

Ein
morphologischer Datierungs-
versuch in der Ostschweiz

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER
PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER
PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II

DER
UNIVERSITÄT ZÜRICH

VON
WALTER OERTLE
AUS TEUFEN (AR)

BEGUTACHTET VON HERRN PROF. DR. H. H. BOESCH

BRUNNER & BODMER ZÜRICH

1954

Ein
morphologischer Datierungs-
versuch in der Ostschweiz

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER
PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

VORGELEGT DER
PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT II

DER
UNIVERSITÄT ZÜRICH

VON
WALTER OERTLE
AUS TEUFEN (AR)

BEGUTACHTET VON HERRN PROF. DR. H. H. BOESCH

BRUNNER & BODMER ZÜRICH

1954



MEINEN LIEBEN ELTERN GEWIDMET



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507226_0052

VORWORT

Ausgangspunkt zu dieser Dissertation bildet meine Diplomarbeit: Morphologische Probleme im Sitter- und Urnäschsystem, die in den Jahren 1947-48 entstand. Durch diese ermutigt und von meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. H. Boesch unterstützt, begann ich 1949 mit den Feldarbeiten. Ich musste bald einsehen, dass eine einfache Fortführung meiner ersten Arbeit nicht möglich war, und ich beschränkte mich im weiteren auf eine Altersbestimmung der eben von Dr. F. Hofmann kartierten tektonischen Brüche.

Ich möchte es in diesem Zusammenhang nicht unterlassen, allen jenen meinen herzlichsten Dank auszusprechen, die die Entwicklung meiner Promotionsarbeit mit reger Anteilnahme verfolgten. Insbesondere gilt das für Herrn Prof. Dr. H. Boesch, der mir mit wertvollen Ratschlägen und Anregungen stets gerne zur Seite stand. Herrn Dr. F. Hofmann fühle ich mich sehr verpflichtet, da er mir in verdankenswerter Weise sein Manuskript zur Verfügung stellte, bevor seine Arbeit veröffentlicht war.

Zollikon, im April 1952.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Einleitung	7
I. TEKTONIK	8
Stratigraphische Korrelation	9
1. Tannenberghorst und seine Ränder	9
2. Plateau von Uzwil-Jonschwil-Schwarzenbach	10
3. Heid- und Nollenhorst und seine Ränder	10
4. Thurgraben	11
5. Bischofszellerkessel	12
II. OROHYDROGRAPHIE	13
1. Allgemeines	13
2. Die Thur	13
3. Die Sitter	14
III. PROBLEMSTELLUNG	15
A Alter der Talräume	16
1. Das Sittertal	16
2. Glatt und Mutwilertobelbach	21
3. Thur- und Neckertal	25
B Datierungsversuch der von Hofmann ermittelten tektonischen Brüche	26
C Beeinflussung der ostschweiz. Hydrographie durch die Senkung im Vorland	31
1. Die Konfluenz von Bischofszell	31
2. Der Thur- und Sitterbogen bei Rickenbach/Wil, resp. St. Gallen-Bruggen	32
a) Der Thurbogen	32
b) Der Sitterbogen	36
IV. DAS PROBLEM DER OSTSCHWEIZ. DECKENSCHOTTER	39
V. ZUSAMMENFASSUNG	44
Literaturverzeichnis	47
Curriculum vitae	52

EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit ist keine morphologische Monographie über ein eng umgrenztes Gebiet. Nein, es war im Gegenteil mein Bestreben, aus dem Zusammenhang heraus, die mir interessant erscheinenden Probleme anzupacken und ihnen eine gewisse Form zu verleihen. Für den ortsunkundigen Leser bietet die Orientierung die grösste Schwierigkeit. Er wird ganz am Anfang einer zuerst fast verwirrenden Anzahl von neuen Begriffen, unbekannten Orts- und Flussnamen gegenübergestellt, ohne dass ihm Gelegenheit geboten wird, sich langsam mit den Einzelheiten des Untersuchungsgebietes vertraut zu machen. Tafel I, II geben über die vorerst wichtigsten und für später unentbehrlichen Daten Auskunft. Sie mögen als Wegleitung und Gedankenhilfe dienen.

Dieser Dissertation liegt die ausgezeichnete und ausführliche Arbeit von Dr. Franz Hofmann, "Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch - thurgauischen Miozäns und zur Bodenseegeologie", zu Grunde. Es blieb mir vorbehalten, seine festgestellten und kartierten tektonischen Unstimmigkeiten im Raume von Sitter und Thur auf Grund morphologischer Indizien zu datieren. Dabei gelangte ich zu Auffassungen, die sich mit denjenigen von Hofmann nicht decken. Es ist allerdings zu bemerken, dass seinen Feststellungen über die zeitliche Fixierung aktiver endogener Kräfte mehr der Wert von Randbemerkungen und Anregungen zukommen. Dem Geologen steht hindernd im Wege, dass immer dort, wo der Wissenschaftler hätte ansetzen können, sich gewaltige Schotter oder Moränenmassen anhäufen. Diese Hindernisse stören auch den Morphologen, ihm ist es aber eher möglich auf Grund landschaftlicher Gross- und Kleinformen Schlüsse zu ziehen.

Der inhaltliche Aufbau der Arbeit ist möglichst einfach gehalten:

Die Tektonik zeigt uns endogene Kräfte, welche exogene mobilisieren und im wesentlichen die Orohydrographie bestimmen. Diese gestattet auch eine klare räumliche Begrenzung des Untersuchungsgebietes. Die Problemstellung ergibt sich, wenn wir die Zusammenhänge von Tektonik und Art der Entwässerung diskutieren, sodass diese drei ersten Kapitel eine geschlossene Einheit bilden und stets als solche verstanden sein wollen. Die Lage der Deckenschotter spielt nur am Rande des Hauptproblems eine Rolle. Der Hinweis darauf muss hier als Ergänzung betrachtet werden, die aber doch meine hier entwickelte Theorie zu stützen vermag.

I. TEKTONIK

Das beschriebene Gebiet ist tektonisch so kompliziert aufgebaut, wie dies bei der mittelländischen, flachgelagerten Molasse selten der Fall ist. Es zeigt im grossen und ganzen eine starre Bruchtektonik mit Horsten, Gräben, Staffelbrüchen und Bruchfeldern (Tafel I nach Hofmann). Als Bruchsystem lässt diese sich gut in die Bodensee-Thurgrabentektonik einordnen, wie sie früher vor allem von W. Schmidle postuliert wurde (Lit. 51, 52).

Wir unterscheiden drei bedeutende Horstgebiete :

1. Tannenberghorst NW St. Gallen im Sitterbogen.
2. Plateau von Oberuzwil - Jonschwil - Schwarzenbach zwischen Glatt- und Thurbogen.
3. Nollen- Heidhorst E Wil und N der Thur.

Diese Räume liegen zum grössten Teil in der horizontal gelagerten Mittelländischen Molasse miozänen Alters. Auf einer Linie Oberberg - Abtwil - Erlenholz am S-Hang des Tannenberges erhält diese flache Lagerung ein nach SSE zunehmendes Nordfallen. Es handelt sich um den aufgerichteten Südrand der Mittelländischen Molasse mit gleitendem Uebergang zu den steilgestellten subalpinen Schichtpaketen.

Die tektonischen Unstimmigkeiten konnten nur auf Grund prächtiger Leit-horizonte in so vollständiger Weise festgestellt werden. Es ist dies in erster Linie ein vulkanischer Blockhorizont mit der darüber liegenden, begleitenden Erlenholznagelfluh. Diese Schicht bildet das Hangende eines Mergelbandes, in dem Kalkauswürflinge vom Typ des süddeutschen Malms aus dem Untergrund eingeschlossen sind. Letztere wurden bei einer Gasexplosion aus der Tiefe mitgerissen und auf der damaligen Oberfläche zerstreut. Ca. 70 m darüber erhält eine andere durchgehende Bank grosse Bedeutung : Am N-Hang des Tannenberges, wo die tiefere Erlenholznagelfluh untertaucht. Sie wird nach einer Ruine als Ramschwagnagelfluh bezeichnet.

STRATIGRAPHISCHE KORRELATION:

Diese Ramschwagnagelfluh erlaubt uns, dank ihrer intakten Durchgängigkeit, das Gebiet am Bodensee, den Tannenbergrhorst und die Gebiete südlich der Thur bis zur Glatt und darüber hinaus in stratigraphischen Einklang zu bringen. Als starke Geröllschüttung liegt sie ca 70 m über dem Niveau des vulkanischen Blockhorizontes und ist als lückenlose Platte gut verfolgbar.

Im N der Thur, am Nollen, stehen mächtige Nagelfluhbänke, Konglomeratstufe genannt, in ähnlichem Verhältnis zu einem vulkanischen Tuffhorizont, wie die Ramschwagnagelfluh zum vulkanischen Blockhorizont am Tannenbergrhorst. "Es handelt sich um feine, teils bimssteinartige, reine Tuffgesteine, teils um solche, die mit Molassematerial vermischt sind. Die Tuffe enthalten keinerlei Auswürflinge tieferer Schichten, auch keine Lapilli. Sie sind das Resultat von Aschenregen, die nur feines vulkanisches Material förderten." (Hofmann) Die Konglomeratstufe des Nollens liegt ca 60 m über dem Tuff. Somit ist einerseits die Ramschwagnagelfluhschüttung mit der Konglomeratstufe, andererseits der vulkanische Block mit dem vulkanischen Tuffhorizont identisch (Tafel I).

Es fällt auf, dass die mächtige Geröllschüttung der Konglomeratstufe mit einer auffällig grünlichen ophiolithischen Nagelfluh einsetzt, wobei wiederum ein prächtiger Leithorizont entsteht. "Diese einmalige ophiolithische Schüttung entspricht tektonischen Bewegungen in den Alpen, die zu einer plötzlichen starken Erosion von Gesteinen der Plattadecke führten. Der hohe Prozentsatz von vorwiegend Diabasgeröllen bewirkt die grünliche Färbung der Bank." (Hofmann)

Eine primäre Lagerung ist nur im W Teil des Tannenbergrhorstes, W Uzwil bis zum Thurcañon und im Nollen - Heidgebiet anzunehmen, wo sich einerseits Ramschwagnagelfluh, andererseits Konglomeratstufe in ca 640 bis 630 m befinden.

1. TANNENBERGHORST UND SEINE RÄNDER

a) Ostrand an der Sitter: Prachtige Aufschlüsse an beiden Talhängen der Sitter, NE des Tannenbergrhorstes, erlauben die sichere Feststellung von mindestens drei deutlichen Bruchlinien. Eine mittlere Schwelle bei Bernhardzell - Rabenstein (Ramschwagnagelfluh = RN. auf Kote 580), trennt zwei kleine Senkungsfelder, die beide absolut um 50 m abgekippt sind. (siehe Karte Koord. 260/743). Hofmann schreibt wörtlich: "Wir haben also an der Waldburg ein rapides Absinken der RN. festgestellt (580-520 m) und zugleich liegt hier Moräne knapp über dem Sitterniveau. Auffällig sind auch Flussmäander im Kessel der Waldburg. Das Mäandrieren der Sitter ist an der Waldburg offensichtlich durch diese Schwelle be-

dingt." Es ist einem späteren Kapitel vorbehalten diese Andeutung zu begutachten. N dieser Stelle erreicht die Moräne das Flussniveau an der Brücke von Rothen in ca 505 m. Zwischen Tobel, am Ausgang des Pelagitobels, und Leuterswil fließt die Sitter nur auf Grundmoräne. Hofmann weist im Weiteren auch auf die, auf eine gerade Linie ausgerichteten Ostenden des Tannenberges-Rosenbergs-Höchstwaldes und vermutet darin Anzeichen einer Bruchlinie. An entsprechenden Stellen im Steinach- und Goldachtal beweisen Zerrungen in den Mergeln, dass die morphologisch in die Augen springende Linie von Bernhardzell über Wittenbach nach Untereggen tektonisch bedingt ist.

b) Nordrand zwischen Waldkirch und Bernhardzell: Dieses Gebiet hat nach NE eintauchende Antiklinalstruktur. Der Nordhang des Tannenbergs entspricht im Gefälle ungefähr dem Fallen der Schichten und geht in einem Knick in das beinahe horizontal vorgelagerte Plateau über. Diese Waldkircher Antiklinale wird zwischen Ronwil und Gossau durch eine Bruchlinie vollständig abgeschnitten. Die vertikale Versetzung beträgt wohl 80 m.

c) Westrand bis zur Glatt: Von der Bruchlinie Ronwil - Gossau nach NW gegen die Thur, sinkt das mit zahlreichen Drumlins der letzten Eiszeit überdeckte Plateau langsam ab. Es wird durch das Glatt- und das Mutwilertobel als cañonartige Rinnen deutlich segmentiert.

2. PLATEAU VON UZWIL - JONSWIL - SCHWARZENBACH

Im Gegensatz zum beschriebenen östlichen Teil überwiegt hier die horizontale Lagerung. Eine Abscherung beider Gebiete in SE Richtung durch Uzwil muss angenommen werden. In diesem Plateau liegt der Leithorizont wie im Nollengebiet auf 640 m (Konglomeratstufe).

3. HEID- UND NOLLENHORST UND SEINE RÄNDER

Dieses Hügelgebiet gilt nicht nur tektonisch als Horst; auch seine isolierte Morphologie zieht die Blicke auf sich. Nach allen Seiten ist es durch ausgedehnte Bruch- und Senkungsfelder begrenzt und wird dadurch deutlich herausgehoben.

a) Ostrand: Dreieck Gabris-Neukirch-Mettlen: Im Gegensatz zum Nollen-Heidgebiet, mit seiner horizontalen Lagerung beginnt östlich einer Linie Oberheimen-Hagenwil-Toos ein deutliches NNE-Fallen. Als vorzüglicher Leithorizont dient hier die eigenartige ophiolithische Nagelfluh- und Sandsteinschüttung. Diese fällt auf 4 km um rund 100 m (Kote 620-520) nach N. Dieses Nordfallen wird zudem betont durch die zwei Staffelbrüche W Neukirch im Brandentobel, die

parallel zum Streichen hinziehen. Zwischen diesem Senkungsraum und dem W angrenzenden Horst ist also eine ähnliche Abscherung wirksam wie bei Uzwil, nur dass diese noch durch die Staffelbrüche komplexer gestaltet ist.

b) Nordrand: Ein ähnliches Fallen wie das oben beschriebene, zeigt der Nordabfall der Heid. Allerdings ist hier eine geringere Neigung mehr nach NW gerichtet. Sie setzt an einem ca 20 m hohen Sprung auf der Linie Hagenwil-Braunau-Bronschhofen ein und verliert sich nach W in der morphologischen, event. auch tektonischen Depression von Münchwilen.

c) Südrand: Plateau von Lenggenwil-Hohentannen: Wie mit dem Messer geschnitten fällt der Südrand des Horstes steil zum Plateau von Lenggenwil ab. Tatsächlich zeigt die Verfolgung des ophiolithischen Leithorizontes auf der Linie Wil-Zuzwil-Zuckenriet eine vertikale Absenkung um 60 m. Im südlichen Teil dieses Plateaus, das sich über den Thurdurchbruch nach E bis Hohentannen-Hohlenstein verfolgen lässt, sind die Schichten horizontal gelagert. Diese Lagerung geht aber schon bei Halden (Koord. 263/733) in ein allmähliches Nordfallen über. Eine Verwerfungslinie, von Zuckenriet-Aspenreuti nach Bühl b/Neukirch verlaufend, trennt das N-Fallen von den Staffelbrüchen. Im N bildet der Südrand der grossen Thurverwerfung eine scharfe Grenze. Ausserhalb der Linie Mettlen-Schönenberg-Zihlschlacht ist keine Molasse mehr anstehend, nur Diluvium aufgeschlossen.

4. THURGRABEN

Das bisher beschriebene Gebiet wird durch einen äusserst scharf begrenzten Raum in zwei Teile getrennt. Nirgends ist eine oberflächliche Molasseverbindung feststellbar. Eine morphologisch sofort auffallende Diluvium- und Alluviumrinne zieht sich von Wil über Ober- und Niederbüren an die untere Sitter bei Degenau. Die äussersten Molasseaufschlüsse verteilen sich folgendermassen: Buchental (Ausgang des Glattales, Koord. 256/729) - Ausgang des Mutwilertobels bei Niederbüren - Sorntal - Hauptwil - Tobel (Ausgang des Laufenbachtobels N Pelagiberg). Genau parallel in 1 km Abstand treten als zweiter Grabenrand die jenseitigen Molasseaufschlüsse zu Tage: Glattmündung - Linker Thurhang - Himmelbleiche - Tobel (W Geisberg) - Leutswil. Darüber hinaus vereinigt er sich mit dem grossen Thurgraben, dessen Südrand von Zihlschlacht über Oberegg - Roggwil - Rorschach in den oberen Bodensee einstreicht und auch morphologisch deutlich in Erscheinung tritt. In diesem Graben fliesst die Sitter von Tobel bis Leutswil nur auf Grundmoräne und auch die Talhänge zeigen an zahlreichen Verrutschungen nur Diluvium. Da liegt auch die gewaltige Schottermasse des Bischofsberges S Bischofszell. Dieser ca 9 km lange Graben kann keine alte Erosionsrinne sein. Ueber seine Tiefe sind

wir nicht orientiert, da sein Boden nirgends aufgeschlossen ist. Die westliche Fortsetzung ist ebenfalls durch Grabenbruchtektonik charakterisiert, doch ist die Rinne weniger tief, da der Fluss zum Teil auf Mergeln fließt. Ihre Südgrenze verläuft von Buchental über Algetshausen nach Rickenbach (Wil). Der linke Thurhang bildet die entsprechende Nordgrenze zwischen Thurhof (Glattmündung) und Felsenegg; er streicht auf der Höhe von Züberwangen in den Südrand des Nollen-Heidhorstes ein. Vermutlich gehört auch die Senke von Wil in dieses System, da dort die Hügel beidseits der Lücke plötzlich auf einer geraden Linie abbrechen.

5. BISCHOFZELLERKESSEL

In diesem Raum vereinigen sich Sitter und Thur. Am Süd- und Ostrand des Kessels geht die Molasse nirgends höher als 500 m. Doch das Auftreten von Anstehendem zeigt, dass diese Talerweiterung tektonisch höher liegt als der benachbarte Graben. Sporadisch auftretende, plötzlich abbrechende Nagelfluhbänke (wahrscheinlich RN.) zeigen, dass der Kessel ein zerhacktes Senkungsfeld ist.

Zusammenfassend wird nochmals auf folgendes hingewiesen: 1. Horste wie Senkungsfelder sind stets nach N abgekippt und wohl südliche Ausläufer der grossen Thur-Bodenseegrabentektonik, wie ich eingangs kurz erwähnte. 2. Die Feststellung dieser Unstimmigkeiten und die Korrelation der einzelnen tektonischen Teilgebiete werden durch mindestens zwei ausgeprägte Leithorizonte erleichtert. Einmal durch den vulkanischen Blockhorizont mit der ihn konstant in 70 m Abstand begleitenden Ramschwagnagelfluh am Tannenberghorst; ferner durch den vulkanischen Tuff mit der 60 m darüber liegenden Konglomeratstufe (= Ramschwagnagelfluh) am Nollenhorst. Diese wird durch die auffällige ophiolithische Schüttung noch besonders akzentuiert, wobei sie zum selbständigen Leithorizont erhoben wird.

II. OROHYDROGRAPHIE

1. ALLGEMEINES

Das zu behandelnde Gebiet fällt ins Einzugsgebiet der mittleren Thur: Vom Austritt aus dem eigentlichen Toggenburg SE Wil bis zum Eintritt ins weite untere Thurtal bei Kradolf. Dazu gehört als wichtigster Nebenfluss die Sitter. Diese ist an sich schon eine Einheit und bildet von der Cañonzone bei St. Gallen-Bruggen bis Bischofszell die E Grenze des näher untersuchten Tannenberges. (Tafel II).

Morphologisch zeigen beide Flussysteme grosse Aehnlichkeit. Sie schwenken aus nach NNW gerichteten Quertälern plötzlich rechtwinklig in dem Streichen parallele Längstäler ein, um dann abermals nach NNW durchzubrechen. Wir unterscheiden bei Thur und Sitter folgende drei Teile:

1. NNW gerichtetes Quertal der Cañonzone.
2. ENE gerichtetes Längstal
3. NNW gerichtetes Durchbruchstal.

Weitere morphologische Analogien sind die beiden Schotterfelder bei Gossau und bei Wil, die dem Beobachter sofort als direkte Fortsetzung der Cañonzone auffallen. Eine gerade Verbindungslinie beider bildet die ungefähre SW - Grenze des Betrachtungsfeldes. Zwischen dieser und der Sitter einerseits und der Thur anderseits, liegt die grosse Masse des Tannenberges mit seinem nördlich-nordwestlich und westlich vorgelagerten Plateau. Der Tannenbergs zeigt schöne radiäre Entwässerung - das Plateau hingegen wird von konsequent nach NW der Thur zustrebenden Flüssen segmentiert. Der wichtigste ist die Glatt, an deren Oberlauf zwei prachtvolle Epigenesen zu finden sind. N der Thur, durchaus dem Tannenberg entsprechend, liegt das Nollen-Heidegebiet. Trotz stärkerer Gliederung hat sich auch hier wiederum radiäre Entwässerung entwickelt.

2. DIE THUR

Auf der Linie Schwarzenbach - Rickenbach SE Wil verlässt die Thur das eigentliche Toggenburg. Von Lichtensteig weg in einer Schlucht eingetieft, tritt sie in die weite Thurebene aus, die in deutlichem Gegensatz Zeichen einer ausge-

dehnten Akkumulation in Form von Schotterterrassen und Kanten zeigt. Ebenso augenfällig wie die Veränderung der Talform ist die Richtungsänderung des Flusses. An derselben Stelle winkelt er um 90° aus NNW nach ENE ab, um diese Richtung über mehr als 12 km zu behalten. Die bedeutendsten Zuschüsse erhält die Thur auf dem beschriebenen Stück durch den Necker im unteren Toggenburg, Glatt und Mutwilertobelbach zwischen Rickenbach und Bischofszell. Alle drei entspringen dem Raum zwischen Thur und Sitter, folgen konsequent der Abdachung des schweizerischen Mittellandes. Das ganze Nollengebiet entlässt ein einziges unbedeutendes Gewässer in die Thurrinne. Es hat in rückwärtsschreitender Erosion nördlich Zuzwil eine ENE - WSW gerichtete glaziale Entwässerungsrinne angezapft.

3. DIE SITTER

Wie ich eingangs schon erwähnte, sind die Analogien im Verlauf von Sitter und Thur auffallend. Verschiedenartig dagegen sind die Talformen, besonders fehlt an der Sitter, wenigstens an entsprechender Stelle, das weite Akkumulationstal. Unverändert bleibt die abrupte Richtungsänderung ausserhalb der Cañons südwestlich St. Gallen, mit Eintritt in ein gewissermassen reiferes Erosionstal. Von hier weg kann man die Sitter als Randfluss bezeichnen, schmiegt sie sich doch rings an den S - E und N - Rand des Tannenberges an, bis zur Vereinigung mit der Thur bei Bischofszell, der sie aus genau östlicher Richtung entgegenfliesst. Ein weiteres, von der Thur verschiedenes Merkmal ist die Mäanderbildung. Diese ist nicht etwa Folge eines weiteren Talraumes, sondern erfolgt in zum Teil sehr eng bemessenem Profil ohne Ausweichmöglichkeiten. Ausser einer stattlichen Anzahl kleiner, offensichtlich jüngster Rinnen, nimmt die Sitter zwischen St. Gallen und Bischofszell keine grösseren Nebenflüsse auf. Die bekannteren, wie Urnäsch und Rotbach, fallen in den Abschnitt ihres Oberlaufes, dessen Talgeschichte ich in meiner Diplomarbeit "Morphologische Probleme im Sitter- und Urnäschsystem" ausführlich beschrieben habe.

III. PROBLEMSTELLUNG

Im Allgemeinen beginnt die Arbeit des Morphologen dort, wo der Geologe die seinige niederlegt und beendet. Ohne vorausgehende geologische Bearbeitung eines Gebietes, bleibt die morphologische Interpretation meistens ein fuss- und kopfloses Stückwerk. Die strukturelle Eigenart drückt dem Gelände oft den Stempel auf. Zwingende Schlüsse auf endo- oder exogene Beeinflussung der Oberflächenformen werden erst durch geol. Erkenntnisse möglich gemacht. So gründet meine Arbeit auf den ausgezeichneten und detaillierten geologischen Vorarbeiten von Franz Hofmann (Lit. 21), der in seinem Untersuchungsfeld um Tannenberg und Nollen einige verblüffende und aufsehererregende Feststellungen und Funde gemacht hat. Es ist sein Verdienst, die ausgedehnten Graben- und Staffelbrüche, sowie die auf vulkanische Tätigkeit hinweisenden Malmauswürflinge und Tufflager festgestellt und kartiert zu haben. Die Kartierung der flachgelagerten mittelländischen Molasse gilt als langweilige Arbeit - hier jedoch wurde sie durch die tektonischen Unregelmässigkeiten zu einem äusserst interessanten, aber nicht weniger schwierigen und zeitraubenden Zusammensetzspiel.

Es drängen sich nun folgende Hauptfragen auf :

- A. Welches ist das Alter der Täler ?
- B. Wie alt sind die von Hofmann festgestellten tektonischen Brüche ?
- C. Inwiefern beeinflussten die Senkungen das Flusssystem und damit die Gestaltung der Oberfläche ?

Die Beantwortung der ersten Frage stösst insofern schon auf Schwierigkeiten, als sie nur unter Beiziehung der Glazialogie möglich wird und die Chronologie verschiedener Eiszeiten, mit dem dazu gehörenden Formenschatz, auch noch eine umstrittene Frage ist. Im näher umschriebenen Untersuchungsraum ist sicher nur eine einzige Eiszeit, die letzte, tatsächlich feststellbar. Die südlichen Grenzgebiete im Einzugsgebiet vom Necker (Thur), Glatt und Sitter (Urnäsch) wurden von dieser, ihrer geringen Ausdehnung wegen nicht mehr berührt, sodass jene Moränen- und Schottervorkommen der Risseiszeit zugeschrieben werden dürfen. Ueber ältere Glazialreste in Form von Altflächen, weise ich vorläufig nur auf die drei Schotterkomplexe des Tannenberges N. St. Gallen, Heid - Oberheid

NE Wil und Felsenholz bei Hohlenstein N Bischofszell mit der dazu gehörenden Literatur (Lit. 8, 10) hin. Die Frage über das Alter der ostschweizerischen "Deckenschotter" ist am Schlusse dieser Arbeit in Abschnitt IV gestellt.

Die zweite Frage der Problemstellung wird durch die Beantwortung der ersten erfasst und nahegerückt.

Ich glaube, dass nur auf Grund morphologischer Indizien eine relative Altersbestimmung vor allem des kleinen Thurgrabens möglich wird. So tiefgreifende Veränderungen durch endogene Kräfte müssen doch irgendwie exogene mobilisieren und durch die Tieferlegung der Erosionsbasis wird ohne Zweifel eine Aktivierung schon bestehender Gewässer und Bildung neuer Rinnen unumgänglich gewesen sein. Auch die Antwort auf diese Frage stellt uns mitten ins Problem der dritten: Die Affinität im Verlauf der Sitter und Thur in der Gegend von Gossau und Wil, wie auch die Konfluenz im Kessel von Bischofszell bieten hinlänglich Stoff zu eingehenden Untersuchungen und bilden eigentlich die augenfälligsten Merkmale dieser an Problemen so reichen Landschaft.

A. ALTER DER TALRÄUME

1. Das Sittertal

Ich verstehe darunter das Talstück zwischen St. Gallen und Bischofszell, vom Austritt aus der Cañonzone des Appenzellerlandes bis zur Vereinigung mit der Thur bei Bischofszell. Zum besseren Verständnis dieses Teilstückes sei mir ein kurzer Exkurs an den Oberlauf des Tales gestattet (Lit. 36).

Südlich Appenzell, in einem flachen, weiten Talkessel ist eine Stelle bekannt, wo die Sitter sicher auf Würmmoräne fließt. 5 km unterhalb Appenzell, beim "List" (Strasse Haslen-Stein), reicht ein zum Teil stark verkiteter, mächtiger Schotter beinahe auf das Flussbett hinunter. Weiter talabwärts fehlen in der eigentlichen Schlucht Typlokalitäten, als solche erkennbar. 350 m ostwärts des Sitter-Urnäsch-Zusammenflusses liegt Würmmoräne auf einem kleinen Inselberg in der Schlucht in 660 m dem Molassesockel auf, also 65 m über dem Flussbett. 1 km unterhalb dieser beschriebenen Stelle findet sich sicher Jungmoräne auf 620 m (Alte Kräzernbrücke, westlich Bruggen). Weiter flussabwärts nähert sich die Moräne stetig dem Flussbett, sodass bei der Verbindung all dieser Auflagerungshöhen ein Bild entsteht wie es in Tafel III dargestellt ist (Lit. 47). Im mittleren Abschnitt ergibt sich, nach Saxer, eine beträchtliche Hebung, die gerade auf das Gebiet nördlich der Randunterschiebung RU (Lit. 19, 42) fällt, in der sich wohl am ehesten Nachwehen der alpinen Orogenese bemerk-

bar machen dürften. Als einfachste Erklärung möchte man also eine spätquartäre maximal 50 bis 70 m betragende Hebung im Bereich nördlich dieser RU in Betracht ziehen; schon darum, weil sich auch Urnäsch und Rothbach ziemlich genau auf dieser genannten Linie einschneiden.

Wenn wir die Gefällsverhältnisse beider Talböden untereinander vergleichen, erhalten wir folgende Beträge:

1. Sittergefälle rezent / 11 km
Appenzell 780 m - Kubel 600 m 16,36 ‰
2. Sittergefälle würmisch / 12 km
Appenzell 780 m - Kubel 660 m 10 ‰

Ziehen wir nun eine postglazial - spätquartäre Hebung im Betrag von ca 60 m in Betracht, so müssen wir ein Würmgefälle von mindestens 16 ‰ annehmen; das entspricht aber gerade dem heutigen Sittergefälle. Dem widerspricht der morphologische Befund: Die Jungmoränen liegen einem weiten Talboden auf, der offensichtlich eine nördliche Fortsetzung des flachen Appenzellerbodens darstellt. Dieser ist bestimmt würmeiszeitlich, da die Jungmoränen bis in die tiefsten Bezirke reichen und der Fluss noch lange nicht überall auf dem Molassesockel fließt. Sein Gefälle beträgt auf eine Erstreckung von 5,4 km = 10 - 11 ‰. Verlängert man es in diesem Sinne talabwärts, so trifft man ziemlich genau wieder auf die Höhe unseres bekannten "Inselberges" (660), was nach einer Hebung um den genannten Betrag kaum möglich wäre, da sich diese nicht bis in die Talebene von Appenzell erstrecken soll. Man erkennt also umgekehrt, dass, wenn wir eine Verflachung um 1 ‰ gegen den Unterlauf annehmen, die konstruierte Verbindungslinie Inselberg 660 - Appenzell 780, genau in das Gefälle des rezenten, aber würmeiszeitlich angelegten Sitterlaufes der Talweite von Appenzell hineinstreicht, und bestimmt die heute verwischte und zum Teil zerstörte Fortsetzung desselben ist. Man darf also mit Sicherheit annehmen, dass eine Hebung in diesen Beträgen an der Sitter unmöglich erscheint und wir im Gefälle von 10 ‰ ein sicher würmeiszeitliches vor uns haben. Andere Kräfte mussten das schroffe Eintiefen der Sitter verursacht haben.

Auf welche Art Sittertal traf der Würmgletscher? Das ist eine entscheidende Frage, nach deren Beantwortung wenigstens das Alter der Cañons abgeklärt ist, wenn auch über deren Entstehung vorläufig noch Unklarheit herrscht. Einen sicheren Anhaltspunkt gibt uns der bereits genannte "Inselberg". Dank seiner in den Sittertalraum vorgeschobenen Lage darf man das Würmniveau in diesem Gebiet auf ca 650 m annehmen. Auch auf der andern Seite des Tales lässt sich an der un-

zugänglichen Felswand ungefähr diese Höhe, allerdings nur auf kurze Distanz, ablesen. Verlängert man nun dieses Niveau mit den berechneten 10 ‰ sitteraufwärts gelangt man unweigerlich schon in den Schluchtraum. An diesen steilen Wänden und Abhängen ist es selbstverständlich fast unmöglich, weitere beweiskräftige Anhaltspunkte zu finden. Ich habe mich bemüht, längs der zahlreichen kleinen Seitenflüsschen die Moränen weiter in den Schluchtraum hinein zu verfolgen und glaube behaupten zu dürfen, dass auf den vorspringenden, spornartigen Erkern, die die Cañonwände gliedern, Spuren von Moränen festzustellen sind, ohne dass ein Verrutschen von oben möglich gewesen wäre. Es sind dies kleinste Eckfluren, ca 10 - 20 m unter dem leicht erkennbaren Schluchtrand. Es darf daher angenommen werden, dass die Sitterschlucht ihre Entstehung nicht nur postglazialer Erosion verdankt, sondern dass sie mindestens praewürmisch schon angelegt war. Der Würm-Sittergletscher traf bei seinem ersten Vorstoss nicht nur eine verhältnismässig weite Talebene an, sondern in diese war schon eine Rinne eingetieft. Die Anlage der Sitterschlucht muss vorläufig praewürmisch datiert werden.

Weiter dürfen wir, durch Vergleich höherer Systemsreste an Rotbach und Urnäsch, folgende Tatsachen festhalten:

1. Ein Rissystem an der Sitter ist direkt, wie an der Urnäsch, nicht nachweisbar.
2. Anhand der Gefällsverhältnisse des sicheren Rissystems am Rotbach (11 ‰), der direkt der Sitter tributär ist und auch während der Eiszeit sich auf die Sittersohle ausrichtete, kann bei der Vereinigung beider ein Rissniveau in 750 m festgelegt werden.
3. Risstalboden der Urnäsch und Risstal der Sitter vereinigten sich einst in gleicher Höhe (720 m), sodass wir indirekt das Rotbachsystem mit leichter Verflachung bis Kubel verlängern dürfen.
4. Rotbachmündung 750 - Kubel 720 ergibt aber gerade ein Gefälle, wie wir es an der Urnäsch feststellten, nämlich 10 ‰. Umgekehrt steht fest, dass das sitteraufwärts verlängerte Urnäsch-Rissgefälle, mit dem flussabwärts geführten Rotbach-Rissgefälle, beim Zusammenfluss dieser Flüsse, in 750 m zum Schnitt kommen. Resultat:

Kubel		720 m	
Wattbachmündung	730 m		
Rotbachmündung	750 m		10 ‰
Haslen	770 m		
Appenzell		830 m	

5. Auf dieser Gefällslinie finden sich vereinzelt Verflachungen, hauptsächlich beidseits von Seitentälern. Eckfluren sind selten und auf Grund ihrer exponierten Stellung durch den Würmglletscher stark modifiziert.

Am Ende der Risseiszeit mag also ein Talboden bestanden haben, der dem würmeiszeitlichen, weiten Talprofil sehr ähnlich war, nur dass er durchschnittlich 30 - 50 m höher lag.

Ein Gefälle von 10 ‰ musste aber in der nachfolgenden Zwischeneiszeit Tiefenerosion auslösen, sodass am Ende des letzten Interglazials mindestens schon ein ca 40 bis 60 m tiefes Tal ins weite Rissystem eingesenkt war. Der Würmglletscher vermochte dann diese Rinne beträchtlich bis zur heutigen Form auszuweiten und zum Teil sogar um maximal 20 m zu untertiefen (Becken von Haslen). Unterhalb der Rotbachmündung gelang es ihm nicht die ganze Tiefe des Cañons zu überwinden, sodass ca 10 - 20 m unterhalb der Schluchtschulter auf den kleinen "Erkern" nur noch spärlich Würmmoränen vorkommen.

Auch das am Anfang dieses Kapitels umrissene Talstück zwischen St. Gallen und Bischofszell zeigt ähnliche Verhältnisse. Um nun das relative Alter dieses Flussabschnittes zu bestimmen, war es nötig, die tiefsten Moränenvorkommen längs beider Talhänge aufzufindig zu machen und ihre Auflagerungsstellen in eine Gefällslinie einzuordnen. (Tafel III & Karte)

Wir befinden uns im oberen Teil, in der Zone, wo die flach gelagerte, mit-telländische in die aufgerichtete subalpine Molasse übergeht. Die linken Talhänge legen also die Schichtköpfe, die rechten die Schichtplatten bloss. Der Querschnitt ist asymmetrisch, mit steiler linken und flacher rechten Seite. Auf dieser rutschen die stark lehmigen Moränenmassen ständig ab; es fällt ausserordentlich schwer, primäre und sekundäre Auflagerungsflächen zu unterscheiden. Bei der Kartierung müssen möglichst weit im Talraum draussen liegende Stellen berücksichtigt werden. Darum haben die Erker in den Mäandern und am Austritt von Nebenflüssen grösste Bedeutung. Das Kartenblatt vermittelt diese Stellen, die sich in etwa 7-8 ‰ auf eine Gefällslinie einordnen lassen und verhältnismässig tief im Talraum drin liegen. Beim Vergleich dieses Gefälles mit dem des rezenten Flusses (4,25 ‰), fällt auf, dass jenes grösser ist als dieses. Gefällsmässig ist also die Sitter seit dem Rückzug des letzten eiszeitlichen Gletschers langsam ausgeweitet und hat sich nicht mehr wesentlich eingetieft. Eine Folge davon ist das lebhaftere Mäandrieren. Diese Erscheinung führe ich allerdings mehr auf zahlreiche Epigenesen zurück. Es darf angenommen werden, dass das Sittertal in diesem südlichen Abschnitt mindestens praewürmisch schon angelegt war, denn überall reicht die Moräne der letzten Eiszeit weit gegen den eingetieften Fluss hinunter, bei St. Gallen-Bruggen bis auf 20 m (auf dem Umlaufberg bei Sitterthal), bei der Waldburg 1 km nordöstlich

Bernhardzell bis auf wenige Meter.

Die Moränenmächtigkeit war aber doch nicht so gross, dass das ganze Tal verstopft war. Die Sitter fand nach dem Rückzug des Eises in grossen Zügen ihre alte Rinne wieder, ausgenommen an einigen besonders exponierten Stellen, wo der Fluss mit Hilfe von Schlingen die unwegsame Oertlichkeit epigenetisch umfasste. Wahrscheinlich benutzten subglaziale Gewässer die schon bestehende Rinne, ohne sich im Wesentlichen um die quere Fliessrichtung des Eises zu kümmern. Der grosse Thur-Bodenseegraben wirkte damals eben besonders aktiv. So konnte es gar nie zur totalen Ausfüllung und Verstopfung des damaligen Sittertales kommen. Beispiel: Sitterthal (Fabrik), Rüti, Erlenholz, Waldburg. Die eingetragenen Pfeile geben die mutmassliche, nachträglich verstopfte, alte Flussrinne an. (Hauptkarte)

Die untere Strecke zeigt einen morphologisch ganz verschiedenen Aspekt: Dort das verhältnismässig enge Felsental, wo überall an Prallhängen die Molasse zutage tritt - hier die weite Talaue, die urplötzlich rechtwinklig nach W weisend bei "Rothen" ca 6 km östlich von Bischofszell abschneidet. Nur die Südflanke weist auf eine Strecke von 2 km bis zur Einmündung des Pelagibaches gewachsenen Felsuntergrund auf. Die Nordseite und die westlich angrenzenden Talflanken sind wohl durchgehend steil, aber an zahlreichen Verrutschungen kommt nur noch Grundmoräne zum Vorschein. Die Sitter selbst fliesst zwischen "Rothen" und "Leutswil" ebenfalls auf Glazialschutt. Dieser Talabschnitt, max. 40-50m eingetieft, darf nur postglazialer Erosion zugeschrieben werden, da ja nur in Würmmoräne erodiert wurde. (Tafel III) Die felsige Südflanke nördlich Pelagiberg ist kein Erosionsrand sondern die Südgrenze der grossen Thurverwerfung, die von Rorschach südlich Arbon vorbei in den kleineren Thurgraben hineinzieht (s. Tektonik). Das weitere Talprofil ist darauf zurückzuführen, dass das weichere Glazialmaterial sich leichter beseitigen liess als die resistente zum Teil gut verfestigte Molasse. Hier also enge Erosionskerbe, dort horizontale Ausweitung. Diese Tatsache wird bestätigt durch die Eigenart des letzten Talabschnittes, der sich wieder ausserhalb des tiefen Thurgrabens im Molassebett befindet. Trotzdem der Felsuntergrund nirgends die 500 m - Marke übersteigt, also nur wenig höher liegt als das Flussniveau, wird die Seitenerosion wieder abgeschwächt und die Talbreite gering. (Tafel II) Dort fliesst die Sitter im Zickzack vom linken zum rechten Hang, um endlich das Thurtal zu erreichen. Auch hier fällt die sehr geringe Tiefenerosion (25 m) in der Molasse dem Postglazial zu.

Zusammenfassend darf festgehalten werden, dass das Sittertal zwischen seinem Austritt aus der appenzellischen Cañonzone bis zum Eintritt in den Thurgraben bei Rothen praewürmischer Entstehung ist, da die Moränen der letzten Eiszeit sehr

tief in den Talraum hinunter reichen. Die postwürmische Eintiefung bleibt in den Beträgen von 0-30 m weit zurück. Die Gefälle auf dieser Strecke sind folgende:

		Distanz	rezent	würmisch
Sitterthal	580 m	10 km	4,25 ‰	7 - 8 ‰
Rothen	500 m			

Der untere Abschnitt von Rothen bis zur Einmündung in die Thur muss dagegen als rein postglaziale Eintiefung betrachtet werden, da würmeiszeitliches Moränenmaterial die Talfüllung ausmacht. Diese Verhältnisse dürfen auch für das allerletzte Stück von Leutswil bis Thur angenommen werden, wo sich die Sitter durch die Moräne in den hier wieder zutage tretenden Molasseboden eingegraben hat.

Hier zeigt sich, dass die Feststellungen über das Alter des Sittertales ausserhalb der appenzellischen Schluchten durchaus mit den Resultaten meiner Diplomarbeit (Lit. 36) übereinstimmen. Auffallendstes Merkmal an diesem Längsprofil ist das rapide Absinken der Würmmoränen von 660 m (Inselberg oberhalb Sitter-Urnäschkonfluenz) auf 600 m (Fabrik Sitterthal) 1 km flussabwärts. Dementsprechend mündet die grosse Sitter-Urnäschdepression mit den breiten Schluchtschultern in ca 700 m Höhe über der 50-60 m tieferen, queren St. Galler Mulde. Es handelt sich hier um ein Hängetal, dessen Stufe vom rezenten Fluss noch nicht ganz überwunden werden konnte. (Tafel III)

2. Glatt und Mutwilertobelbach

Vom Austritt aus der subalpinen Molasse bestehen an der Glatt insofern ganz ähnliche Verhältnisse wie an der Sitter, als die Würmmoräne ebenfalls sehr tief in den Talgrund hinein reicht. An einer Stelle bei der Glattmühle liegt als kleiner Zeugenberg ein autochter Moränenhaufen in der Talaue selbst. Das Würmniveau ist schon in ein älteres, höheres Niveau eingetieft. Das Tal muss ebenfalls praewürmischer Entstehung sein. Trotz einem verhältnismässig hohen Gefälle (10 ‰) und beinahe horizontaler Lagerung der Gesteinsschichten mäandriert der Fluss besonders im Unterteil ziemlich stark. Die Talflanken folgen den Krümmungen des Gewässers gar nicht, sodass eigentlich zwei ineinander geschachtelte Täler zu unterscheiden sind:

- a) Ein gestrecktes praewürmisches -
- b) Ein epigenetisch-mäandrierendes postwürmisches.

Die Glatt hat aber auch Anteil am Rissniveau und zwar südlich der grossen Gossaurmulde im appenzellischen Hügelland. An der Grenze beider Teile bedingen die Randmoränen des würmeiszeitlichen Rheingletschers eine prachtvolle Fluss-

ablenkung. Die Glatt wird NW Herisau durch die Moräne rechtwinklig nach W gegen den Weissenbach verdrängt, und mit diesem vereinigt in analoger Weise bis zum Austritt SW Gossau gelenkt. An der Umbiegung bei der Vereinigungsstelle von Glatt und Weissenbach (Tobelmühle) ist sehr schön eine moränenerfüllte Felsenrinne angeschnitten und aufgeschlossen. Sie liegt nur wenig tiefer als die risseszeitliche Weissenbachrinne und weist in konsequenter Richtung nach N in die Mulde von Gossau. Die Typlokalität im E bei Zellersmühle verbirgt die ehemalige Austrittsstelle. Ausserhalb dieser auch heute noch imposanten Randmoräne, also im S und SW, bestehen nur noch Rissmoränen die im oberen Glattal auch den Talgrund selbst füllen. Diese Entwässerungsrichtung muss also praerissisch angelegt worden sein. Ich habe diese Feststellung früher auch im inner-appenzelischen Abschnitt gemacht. Die kleinsten auch noch so jugendlich anmutenden Bachrinnen sind meist von Rissmoränen erfüllt. Die Anlage der ostschweizerischen Hydrographie geht somit, wie in andern Teilen des schweizerischen Mittellandes, auf die grösste Zwischeneiszeit zurück. Diese Eigenheit muss sich selbstredend auch im weiteren Vorland abzeichnen. Ich habe guten Grund zur Annahme, dass das heutige Glattal auch in seinem Unterlauf, zufolge rückwärtsschreitender Erosion aus dem Raum des kleinen Thurgrabens, mindestens schon zu Beginn der grössten Eiszeit eine relativ deutliche Rinne war:

An der Oberkante der ca 50 m hohen Felswand S Glattburg (Feld 254/731) ist weiterhin sichtbar eine stark zementierte Moräne in 2 ca 5 m tiefen Rinnen angeschnitten. Da die seitlichen Rinnen ein steileres Längsprofil aufweisen und die Würmmoränen darin durchwegs tiefer hinunter reichen, könnte dieser Aufschluss wohl risseszeitliches Alter besitzen.

Als Folge dieser Tatsachen nehme ich an, dass das ganze, dem Tannenberg W und N vorgelagerte Plateau, in einer mittleren Höhe von 600 m, Rissalter hat. Seit jener Zeit machte, dank der geringen Neigung, diese Hochfläche (Niederwil, Arnegg, Waldkirch und Bernhardzell) nur schwache, denudativ bedingte, oberflächliche Veränderungen durch. Diese Feststellung wird weiter gestützt durch die talabwärts verlängerten Längsprofile von Sitter (und Urnäsch), Glatt und Weissenbach. Diese führen das im subalpinen Raum sichere Rissniveau auf die erwähnte Höhe, über die jüngere Gossauermulde nach N hinaus - vielleicht schon in eine bestehende Glattrinne hinein.

Umgekehrt ist die Uebertragung dieses Rissniveaus um den Ostrand des Tannenberges herum in den Sitterraum möglich. Die Beschreibung der charakteristischen Gefällsverhältnisse und Vergleiche im Appenzellerland führt zu diesem Schluss. (Lit. 36).

Wichtig ist die Feststellung, dass in der Würmeiszeit der Urnäschgletscher nicht bis ins Kartengebiet reichte. Bis auf ein kleines Stück im untersten Talabschnitt sind hier nirgends Würmmoränen abgelagert worden. Alle Moränenvorkommen im Urnäschtal sind Zeugen der Risseiszeit. Der modifizierende Einfluss eines Würngletschers fällt weg; die Flusserosion konnte seit der grössten Vergletscherung ungehindert einwirken. Der verhältnismässig weite, flache Talboden, in den die Urnäschschlucht analog dem Sittertal eingesenkt ist, verdankt seine Entstehung einer früheren Erosionsphase, da ihm doch Altmoräne aufliegt. Diese verhinderte weitgehend postrissische Zerstörung, sodass er verhältnismässig gut erhalten blieb. Trotzdem kann man das Liegende der Moräne, den Molassesockel nicht zum voraus als Rissniveau bezeichnen. Man weiss doch nicht, ob und wie weit der Glazialschutt in den Talraum reichte und später, bei der fortschreitenden Schluchtbildung einfach ausgeräumt wurde. Es bestehen andere Anhaltspunkte.

Morphologisch analog zum Sittertal bei Appenzell, breitet sich südlich der resistenten Gäbrignagelflurzzone der Hundwilerhöhe das verhältnismässig breite, flache Tal von Urnäsch-Dorf aus. Es zeigt deutlich Rissalter, nur an wenigen Stellen konnte sich der Fluss durch Moräne und Schotter auf die Molasse durcharbeiten. Wird dieses Talbodengefälle von 10 ‰ gleichsinnig talabwärts verlängert, erreicht dieses beim Zusammenfluss von Sitter und Urnäsch eine Höhe von ca 720 m. Tatsächlich sind dort auf der geologischen Karte von Ludwig Rissmoränen bis auf 700 m hinab eingezeichnet. Ich vermute, dass es sich dabei zum Teil um Jungmoränen handelt, die vom Rhein- und Sittergletscher während ihres Maximums dort abgelagert wurden. Ein risseiszeitlicher "Inselberg" im Schluchtraum selber, als zweiten Fixpunkt unserer Hilfslinie, wie er würmeiszeitlich im Sittertal besteht, fehlt. Allerdings ist diese Linie weniger hypothetisch, wenn man einen andern, sicheren Risstalboden zu Hilfe zieht. Es ist derjenige von Bühler, im mittleren Rotbachtal (siehe Seite 18). Höhenlage, Gefälle und morphologische Ausbildung stimmen hier mit den Verhältnissen bei Urnäsch-Dorf auffallend überein. Wird dieses Talgefälle von 11 ‰ leicht ausflachend (1 ‰) rotbach- und sitterabwärts bis zur Einmündung der Urnäsch (Kubel) verlängert, so schneiden sich dort beide Linien ausserordentlich genau in 720 m.

Urnäsch-Dorf	810 m	-	Kubel	720 m	=	10 ‰
Bühler	810 m	-	Kubel	720 m	=	10 - 11 ‰.

Die Richtigkeit dieser Annahme wird bestätigt durch eine Kontrolle aller bekannten Aufschlüsse an der Urnäsch zwischen den beiden Oertlichkeiten Kubel und Urnäsch-Dorf, wo der Kontakt von Rissmoräne und Molassesockel offenbar ist. Sie liegen schön ausgerichtet auf der Linie zwischen 810 und 720 m. Dabei zeigen an

wenigen Stellen die Moränen die Tendenz, gegen die Talachse etwas einzusinken. Die Annahme ist berechtigt, dass der Beginn einer Einkerbung hier mindestens im Spättriss schon angedeutet war. Dieses Gefälle von 10 ‰ wird ebenfalls durch eine Linie demonstriert, welche die risseiszeitlichen Einmündungshöhen von Sitter bei Kubel 720 m, Glatt 665 m und Weissenbach 650 m in die Gossauermulde miteinander verbindet. (Tafel IV)

Risseiszeitliche Einmündungshöhen von

Sitter (Kubel)	720 m	5 km	10 ‰
Glatt (Zellersmühle)	665 m	1,5 km	10 ‰
Weissenbach (Tobelmühle)	650 m		

Nun zurück zum Sittertal am Süd- und Ostrand des Tannenberghorstes:

W Bernhardzell (Feld 259/742) hat das Plateau eine Höhe von ca 600 m. Verlängert man dieses mit einer Neigung von ca 10 ‰ sitteraufwärts, trifft man auffallend genau mit der vorhin erwähnten flussabwärts geführten Sitter-Urnäsch-Gefällslinie in 720 m auf der Höhe von Kubel zusammen. Ergebnis: Auch im östlichen Teil meines Untersuchungsgebietes ist eine Korrelation des Rissniveaus zwischen dem Plateau (am N Fuss des Tannenberges) und den innerappenzellischen Cañons möglich. Verflachungen als Rissniveaureste sind an den Talhängen nur bedingt feststellbar. Sie stützen sich vor allem auf die linke Talflanke, da die Reste auf Schichtplatten zum Teil stark verrutscht sind, zum Teil die glaziale Umformung ein Mass erreichte, das genaue Bestimmung unmöglich macht. An dieser Stelle weise ich auf die grossen Schwierigkeiten hin, die sich hier einer Niveau-bestimmung entgegenstellen. Die letzte Eiszeit dominiert weitgehend und sie hat wie mit einem Riesenspachtel ältere Formen ausgestrichen, zugedeckt und verändert.

Ich habe in Verbindung mit der Altersbestimmung von Glatt und Sitter das grosse, morphologisch stabile Plateau zwischen Tannenberg und Thur erwähnt. Aus zwei Gründen komme ich darauf zurück:

a) Einmal demonstriert das Plateau eine prachtvolle, der letzten Eiszeit entstammende Drumlinlandschaft mit einer max. 30 m mächtigen Grundmoränenbedeckung. Strömungsformen und Anordnung dieser Drumlins erklären die Bildung durch den Rheingletscher, der dort Platz genug fand, sich auch nach WSW auszu-dehnen.

b) Ferner hat der Mutwilertobelbach eine segmentierende Rinne besonderer Art in dieses Plateau versenkt:

Das Talprofil ist mindestens ebenso imposant wie dasjenige der Glatt, mit steilen Seitenflanken und einem allerdings einheitlicheren Talgrund. Es fällt auf, dass ein so schwächtiges Gewässer wie der rezente Bach, dieses Tal geschaffen

hat. Stellenweise macht es fast den Eindruck eines Trockentales, das über seine ganze Ausdehnung bewaldet ist. Nicht weniger eigenartig ist die Tatsache, dass sich die beiden Schenkel des Haupttales nicht allmählich eintiefen, sondern plötzlich an einer senkrechten Felswand mit einem Wasserfall beginnen und dann in zwei ebenfalls durch eine Steilstufe getrennten Flachstrecken dem Ausgang bei Niederbüren zustreben. Ursprünglich vermutete ich eine direkte Fortsetzung der Weissenbach-Glattrinne, deren mittlerer Teil in der Gossauermulde und weiter im N durch würmeiszeitliche Moräne verstopft sei. Nirgends liess sich aber eine verstopfte Rinne feststellen. Die Entstehung dieses Tals, das keinen Oberlauf besitzt, muss wohl subglazialer Erosion zugesprochen werden. Der breite Eiskuchen des Rheingletschers besass nur noch geringe Bewegungsenergie, was die Drumlinbildung erklärt. Dadurch hat sich eine permanente, quere, subglaziale Entwässerungsrinne bilden und erhalten können. Auffallend ist auch, dass der Erratikagehalt hauptsächlich am Ausgang feststellbar ist und im übrigen auf die hohen Seitenränder verwiesen bleibt. Die gewaltigen Schmelzwassermengen des Würmgletschers räumten dann die Grundmoränen aus, sodass diese nur noch am Rand und am Ausgang zu finden sind. Es ist wohl anzunehmen, dass diese Rinne nur würmische Schmelzwasser kanalisierte, hätte sie schon beim letzten Gletschervorstoss bestanden, wäre sie wohl teilweise durch Moränen verstopft worden, und die üblichen Epigenesen müssten feststellbar sein.

3. Thur- und Neckertal

Ich verstehe darunter die Talschaft ausserhalb der Grabensysteme, von Rickenbach hinauf bis nach Ganterwil in der Gegend der Neckereinmündung. Gerade dieser Nebenfluss erlaubt die Altersbestimmung des Thurtales. Dort hat die letzte Vergletscherung dank geschützter Lage hinter zum Teil mehr als 1000 m hohen Hügeln (ähnlich wie an der Urnäsch) keinen Niederschlag gefunden. Der würmeiszeitliche Thurgletscher vermochte diese Barriere nicht zu überqueren; die Moränenvorkommen im Neckertal müssen also risseiszeitlich sein. Es lässt sich ein Rissniveau im Längsprofil als Basis der dazu gehörenden Moränen ins Thurtal hinaus verlängern. Das Gefälle dieses risseiszeitlichen Talbodens verflacht sich talabwärts von 10 ‰ auf 5 ‰ und führt an der Neckermündung in ca 600 m in den weiten Talraum der Thur. Die Verebnungsflächen liegen dort allerdings bis 30 m tiefer, dürften aber in der Würmeiszeit verändert worden sein. Thurabwärts streicht das Rissniveau mit einem Gefälle von 4-5 ‰ in die Schotterebene von Wil (560 - 580 m). Diese entspricht der Risshöhe der Drumlinplateaux. Letztere reichen hier als schmale Verebnungen talaufwärts nach S, wobei die Täler im Rissniveau einen

weitgehend reifen Mittellaufcharakter aufweisen. Erst auf der Höhe der aufgerichteten subalpinen Molasse geht das geringe Plateaugefälle von 4-5 ‰ ins Oberlaufgefälle von durchschnittlich 10 ‰ über, das man im Osten an Sitter und Urnäsch durchwegs antrifft. Hier reichen die Plateaux unmittelbar an den Oberlauf; an der Thur dagegen schiebt sich ein Zwischenstück in Form eines Mittellaufs ein.

Ich vermute, dass sich die Thur im grossen Interglazial sehr lange auf dieses oben angeführte Plateauniveau ausrichtete und dabei in ein Reifestadium eintrat, bevor sich der Cañon, durch Reaktivierung entwickelte. Demgegenüber taucht das entsprechende Niveau an der Sitter ins Plateau ein; es strebt einer tieferen, unbekannten Erosionsbasis zu, wahrt aber in allen Zügen den Oberlaufcharakter. Die "Projektion" des unveränderten Rissniveaus im Neckertal, ins würmeiszeitliche Thurtal und hinaus aufs nördliche Plateau entspricht ganz derjenigen aus dem Urnäschthal nach N. Die klaffende Lücke zwischen beiden wird durch das Plateau nördlich des Tannenberges geschlossen, und dabei auch das Thur- mit dem Sittersystem verbunden. Mein früherer Befund über das Alter der Plateaux wird damit bestätigt. In das weite Rissprofil der Thur ist die eigentliche Schlucht eingesenkt, die in vielen Teilen ihre Typlokalität bei der Sitter findet. Sie kann nicht nur das Werk nacheiszeitlicher Erosion sein, denn Würmmoränen sind bis 40 m tief im Rissboden versenkt. Zwei sehr gute Moränenaufschlüsse sind mir zwischen Rickenbach und Schwarzenbach in 540 resp. 550 m Höhe, d.h. nur 20 - 30 m über dem Flussbett bekannt. Dort bildet eine Reihe, zum Teil gefasster, zum Teil versumpfender Grundwasseraufstösse eine Art Leithorizont. Hier kann man den Kontakt von Moräne und Schotter auf dem Anstehenden feststellen.

Nach all diesen eingehenden Erläuterungen komme ich zur Kardinalfrage.

B. DATIERUNGSVERSUCH DER VON HOFMANN ERMITTELTEN TEKTONISCHEN BRÜCHE

Tektonische Bewegungen bewirken Veränderungen lokaler Erosionsbasen: Diese wiederum rufen einer sofortigen Reaktion der auf diese ausgerichteten Gewässer. Das eigenformlose Wasser reagiert auf die feinsten Bewegungen der Erdrinde und macht diese eventuell erst sekundär sichtbar, ablesbar.

Die Frage ist also: Warum hat ein Fluss zu einer ganz bestimmten Zeit angefangen sich einzugraben? Warum hat er sein ursprüngliches Verhalten plötzlich geändert? Hier soll der in der Tektonik erwähnte Thurgraben zwischen Wil und Bischofszell datiert werden. Schon Hofmann äussert sich verschiedentlich dazu; allerdings ohne schlüssige Beweise anzuführen. Auch hier stellt sich wiederum die

starke würmeiszeitliche Moränenbedeckung hindernd einer Untersuchung entgegen. Brauchbare Resultate lassen sich wohl nur anhand einer vergleichenden morphologischen Durchdringung erzielen. Hofmann schreibt unter anderem wörtlich: "Das weite Senkungsfeld W, N und E des Tannenberges dürfte älter sein als der Deckenschotter auf dem Tannenberg. Es war vor der Entstehung der darauf liegenden Drumlinschwärme jedenfalls vorhanden, genau so wie das Plateau von Hohentannen (Hohlenstein) Niederhelfenschwil." Und an anderer Stelle: "Der Thurgraben ist mit Diluvium gefüllt. Er wies den Gletschern den Weg und war schon vorhanden, wie es wohl auch der Bodenseehauptgraben war, obwohl die Pegelschwankungen und Beobachtungen von W. Schmidle darauf hinweisen, dass die Senkungen nicht einmalig waren. Am Bodensee konnten sie bis in postglaziale Zeit nachgewiesen werden." (Abgekipptes Diluvium mit Drumlins)

Der Thurgraben besteht. Es ist uns unbekannt, wie tief er ist; denn der Molasseboden ist weder sichtbar, noch wurde er erbohrt. Die lokale Erosionsbasis wurde stark in die damalige Plateaulandschaft versenkt, gewiss tiefer als der heutige Talboden, die Thur fliesst ja über grosse Strecken auf Diluvium. Bestimmt waren die Ränder einer intensiven Erosion ausgesetzt. Zudem hätte sich doch bestimmt ein Seitental, auch ein unbedeutendes, auf die neue Sohle ausgerichtet. Nirgends ist aber ein Seitental vorhanden, dessen Basis sich unter den heutigen diluvialen Haupttalgrund ausrichtet und event. (entsprechend der diluvialen und alluvialen Füllung) später hinaufgesetzt worden wäre. Alle Seitentäler richten sich auf die Sohle des rezenten Haupttales aus. (Tafel IV). Man stellt an der Glatt, als bedeutendstem Nebenfluss, eine frühestens praerissische, spätestens praewürmische Anlage fest (Seite 21 : Würmmoränen im Talgrund - event. Rissmoräne in verstopfter hochangeschnittener Seitenrinne). Es ist weiter möglich, ein risseiszeitliches Neckertal thurabwärts nach N zu führen, wobei wieder das Plateauniveau erreicht wird. Erst in dieses ist die eigentliche Thurschlucht, zur Hauptsache ein Produkt des letzten Interglazials, versenkt. (Seite 26) Auch hier fällt die sehr späte Reaktivierung der eintiefenden Erosion auf.

Es wird behauptet dass der Thurgraben praeglaziales oder sogar pliozänes Alter hat. In diesem Fall müsste die seitliche, rückwärtsschreitende Erosion bestimmt weiter entwickelt sein, sogar wenn sich die flankierenden Plateaux nur langsam verändern. Diese Annahme wird durch 3 weitere Faktoren gestützt:

1. Die steilen Grabenränder - nicht nur an der Thur, sondern auch am Nollen S-Bruch als N-Begrenzung des Niederhelfenschwiler Plateaus - machen einen derart jugendlichen Eindruck, dass schon der rein morphologische Aspekt ein hohes Alter ausschliesst. Die Ränder sind intakt! Zwei Stellen zeigen dies neben dem deutlichen Kartenbild :

- a) Blick von der Brücke bei Sonnenbühl - Billwil flussabwärts : Haarscharfe Grenze zwischen Moräne und senkrecht am rechten Ufer anstehender Molasse horizontal schräg durch den Fluss ziehend. (Tafel I)
 - b) Prallhang der Sitter bei Oberegg - Leutswil : Vertikaler Aufschluss, flussabwärts Molasse und aufwärts Moräne. (Tafel I)
2. Der N- und W-Hang des Tannenberghorstes ist praktisch nicht gegliedert, trotzdem der relative Höhenunterschied zwischen Gipfelplateau und Ebene von Waldkirch-Arnegg mindestens 200 m beträgt. Die bestehende radiäre Entwässerung ist ebenfalls embryonal, wenn dieser Ausdruck hier gestattet ist.
 3. Eine tiefer greifende Entwässerung zeichnet sich erst gegen die Sitter ab. Diese war ursprünglich kaum dem kleinen Thurgraben tributär; höchstwahrscheinlich floss sie bei Rothen konsequent nördlich dem tieferen und älteren Bodensee-Thurgraben zu. Das Verbindungsstück Rothen-Bischofszell ist (wie an anderer Stelle festgestellt wurde) postglazialen Alters. Wahrscheinlich ist diese Ablenkung nicht nur epigenetischer Natur; die junge Bischofszteller Depression hat die Sitter aktiv angezapft.

Diese grundlegenden Feststellungen erlauben folgenden Schluss :

Der Thurgraben zwischen Niederuzwil und der Sitter bei Leutswil - Oberegg ist weder praeglazial noch pliozän, sondern jüngerer Datums. Ist das Glattal und Mutwilertobel spätestens im letzten Interglazial entstanden, fällt diese Grabenbildung frühestens in die Zeit des grössten Interglazials (Mindel-Riss).

Die beidseits ebenfalls um 60 resp. 80 m abgesenkten Drumlinplateaux von Lenggenwil - Niederhelfenschwil (Nollen S-Bruch) einerseits und Waldkirch - Niederwil anderseits, sind wohl älter, aber doch eiszeitlich, denn auch hier sind die Bruchlinien scharf und intakt. Hofmann findet es nicht verwunderlich, dass die mächtigen Schüttungen der Konglomeratstufe in diesem Gebiet fehlen. Sie seien in der hier gegenüber dem Nollengebiet tieferen Lage - bei der beobachteten schlechten Verkittung - der diluvialen und vordiluvialen Erosion rascher zum Opfer gefallen. Ich möchte in diesem Sinne präzisieren, dass vor allem die diluviale Erosion flächig wirkt. Gerade die geschliffene Unversehrtheit der Horsthänge deutet nicht auf starke fluviatilerosive Arbeit hin.

Abschliessend bespreche ich das Bruchschollengebiet von Bischofsztell. Damit wird neuerdings die Diskussion über den "alten" Bischofsbergerschotter eröffnet. Eine auch von Hofmann festgestellte Tatsache ist, dass dieser genau den ca 1 km breiten Thurgraben ausfüllt und sein Nordhang genau auf der Bruchlinie verläuft. Er vermutet, dass das Senkungsfeld von Bischofsztell, das tektonisch höher liegt als der Graben selbst, nach der Ablagerung des Schotters eingebrochen sei

"es treten nirgends Schotter auf, wohl aber überlagernde Grundmoräne." Dieser Ansicht schliesse ich mich an, wenn die Morphogenese folgendermassen verstanden ist:

1. Einbruch des Thurgrabens in ein einheitliches Plateau.
2. Ausfüllung des Grabens mit einem Glazialschotter. Es wäre in diesem Entwicklungsstadium ohne weiteres möglich gewesen, dass auch der "alte Deckenschotter" bei Holenstein-Hohentannen (N Bischofszell) abgelagert wurde. Dieser hätte dann, auf dem erhöhten Grabenrand sitzend, eine andere Entwicklung durchgemacht, als der grabenfüllende Bischofsberger. Als seitlich angeschnittener, den Atmosphärien besser zugänglicher Grundwasserspeicher wäre er zum Quellenbildner geworden, wobei eine schalige, nach innen fortschreitende Verkrustung sich abgezeichnet hätte (löcherige Nagelfluh).
3. Absenkung des Bischofszeller Kessels und Ablenkung der Thur durch das Plateau von Niederhelfenschwil.
4. Ueberkleisterung mit Moränenschutt während der letzten Eiszeit. (Tafel V)

Ich habe das mutmassliche Alter der Grabenbruchbildung auf Mindel-Riss Interglazial festgelegt. Da der Schotter jünger sein muss - er liegt ja im Graben - dürfte er wohl der Risseiszeit oder einer kurz vorausfolgenden Epoche zugeschrieben werden. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass im Geröllbestand Kärpf-melaphyre vorkommen. Diese müssen einer eiszeitlichen Linth-Thurgletscher-Transfluenz im Rickengebiet entstammen. Diese existierte nur während der grössten Eiszeit. Bei Betrachtung der Skizzenfolge kommt man zum Schluss, dass das ganze abgesenkte Thurtal mit solchen Schottern gefüllt war und dass Reste davon noch heute erhalten sein müssen. Tatsächlich bestehen in verschiedenen Höhenlagen praktisch horizontal aufeinander ausgerichtete Schotterkomplexe, die Ausebnungsflächen fluvioterrestrischen Charakters entsprechen. Sehr häufig sind Deltabildungen ohne einheitliche Schüttungsrichtung festzustellen; wahrscheinlich Füllungen ehemaliger Totwasser. Ein solches Schotterniveau findet man in ca 510 m zwischen Henau - Felsenegg (NW Uzwil) und Bischofszell-Zihlschlacht und Kradolf. Die Kantenhöhe ist mit einer Toleranz von 5-10 m konstant; wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Stauschotterebene mit sehr geringem Gefälle, der heutigen Fliessrichtung der Thur entsprechend. Dieser Ausebnung waren bei Felsegg, Sonnenburg (Oberbüren) und Himmelbleiche (N Niederbüren) auch Molasseteile und (besonders um Bischofszell) auch Jungmoränen unterworfen.

Die Stauhöhe von 510 m ist wohl durch eine würmeiszeitliche Moränenverstopfung im Durchpass zwischen dem Thurgraben und dem Bischofszellerkessel entstanden. Damit ist das Alter auf periglazial bis postglazial bestimmt.

Eine weitere bedeutende Aufschotterung umfasst in einzelnen Teilen das ganze Gebiet zwischen Wil und dem Bischofsberg. Die maximale Schotterhöhe richtet sich auf ein Niveau in ca 570 bis 580 m aus. Es müssen zu Zeiten grosse Teile dieses weiten Raumes durch eine gewaltige 50 - 100 m mächtige Schotterplatte bedeckt gewesen sein. Von dieser sind folgende grössere Reste noch feststellbar:

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 1. Niveau von Rickenbach - Wil | 570 / 580 m. |
| 2. Schotter bei Zuzwil (Looberg) | 550 / 570 m. |
| 3. Schotter von Niederhelfenschwil | 570 / 580 m. |
| 4. Bischofsberg | 580 / 590 m. |

(Karte)

Die Einordnung auf ein einheitliches Niveau scheint einfach, schwierig ist es, das Alter dieser Massen zu bestimmen. Die folgenden Ausführungen dürfen nur als Beitrag zum Problem der Altersbestimmung von Schottern im Allgemeinen verstanden sein: Ich habe dem Bischofsberger-Schotter Rissalter gegeben, denn er passt in das Gesamtbild der tektonischen Störungen und Bruchlinien. Die einfachste Erklärung ist nun die, dass die anderen Typlokalitäten, dank der Niveauparität ebenfalls Hochterrassenschotter sind. Tatsächlich sind die Schotter von Niederhelfenschwil von drumlinartigen Moränenhaufen der letzten Eiszeit überfahren. Die zahlreichen, zur Hauptsache gefassten Quellaufbrüche fundieren nicht auf undurchlässigem Moränenunterzug, sondern kennzeichnen den direkten Kontakt mit dem Fels. Moränenüberlagerung ist auch in der Gegend von Wil festzustellen. Dort ist allerdings die Basis des liegenden Schotters in unbekannte Tiefe versenkt; wahrscheinlich durch einen tektonischen Bruch. Fraglich ist die Einordnung des Zuzwiler Schotters. Trotzdem ebenfalls Moränenüberkleisterung feststellbar ist, könnte es sich um einen würmeiszeitlichen, seitlichen Stauschotter handeln. Da die Grabenfüllung zwischen Wil und Niederbüren zur Hauptsache aus würmeiszeitlichem Moränenmaterial besteht, kann die vollständige oder teilweise Ausräumung des Thurtales in diesem Raum damit dem letzten Interglazial zugeschrieben werden. Man weiss nicht, ob event. unter den Moränen ältere Schotter die tiefsten Partien des Grabens ausfüllen; doch wäre dies ohne weiteres denkbar.

Die Tieferlegung der Erosionsbasis durch die beschriebene Absenkung des Bischofszeller Kessels hat die erosiven und denudativen Kräfte in diesem Sektor ausgelöst und verstärkt. Die dadurch bedingte seitliche Ablenkung der Thur durch den Rand des Niederhelfenschwiler Drumlinplateau verhinderte die gleichzeitige Abtragung des Bischofsberger-Schotters. Er hat in dieser Form auch die letzte Eiszeit überlebt. Interessanter aber sind die Gefällsverhältnisse im Querprofil des Thur-

grabens zwischen Ober- und Niederbüren. Die Schotteroberfläche und - was besonders hervorzuheben ist - auch die Uebergangsschicht bei Deltastruktur neigen sich nämlich in etwa 10 ‰ gegen NW dem gegenüberliegenden Thurhang zu und zwar nicht etwa konkav, sondern plan. Auch der Fluss fliesst asymmetrisch nach links verschoben. Dabei ist der jenseitige "Thurrair" bedeutend steiler, als der gegenüberliegende Drumlinplateaurand. Es muss also nacheiszeitlich eine nordwestliche Abkippung des Thurgrabens stattgefunden haben. Dies bestärkt auch meine These von der späten Entstehung des Grabens. Eventuell ist eine gewisse Erdbebenhäufigkeit zu erwarten. E. Wanner von der Erdbebenwarte Zürich schreibt, dass Erdbeben untrügliche Zeichen für Bruchtektonik sind. Seine "Schütterkarte der Schweiz" führt ostschweizerische Bebenzentren auf, die sich vor allem entlang des schweizerischen Bodenseeufers, der Thur (Frauenfeld, Wil-Uzwil) und der Sitter (Appenzell und St. Gallen) häufen. Das Bild ist - verglichen mit den "klassischen" Epizentren von Basel, Mittelwallis und Innerschweiz - nicht besonders eindrücklich. Es lassen sich immerhin labile Leitlinien verfolgen, die den erwähnten Bruchgebieten entsprechen. Es scheint auch, dass sich diese bei Fernbeben leichter aktivieren lassen als lokalbebenarme Gebiete.

Dies ist mein Befund über das Alter der tektonischen Grabenbrüche an der mittleren Thur. In diesem Zusammenhang war es notwendig, auch die darin liegenden Schotter, insbesondere die interessante Lage des Bischofsberges, zu untersuchen.

C. BEEINFLUSSUNG DER OSTSCHWEIZERISCHEN HYDROGRAPHIE DURCH DIE SENKUNG IM VORLAND

1. Die Konfluenz von Bischofszell

Das auffallendste Merkmal der ostschweizerischen Entwässerung ist die grosse Ähnlichkeit im Verlauf von Sitter und Thur. Wie von magnetischen Kräften angezogen, strömen beide Flüsse gleichsinnig dem Gebiet von Bischofszell zu. Nach dem in vorangehenden Kapiteln behandelten Stoff, ist dies aber kein Zufall; Es sind die erdgeschichtlich sehr jungen Senkungen in diesem Raum, die das gesamte benachbarte Entwässerungsnetz verändert haben. Sie wirkten sich bis in die all jüngste Zeit alluvialer morphologischer Umgestaltung aus, indem sie die Sitter vom Austritt aus dem Drumlinplateau bei Rothen durch die Jungmoränenablagerungen nach W "zogen". Zum bessern Verständnis von Entwicklung und Aktivierung dieser morphologischen Depression verweise ich nochmals auf Tafel V.

Die mutmassliche Grabenbildung zwischen Glatt und Sitter in der grössten Zwischeneiszeit hat das gesamte benachbarte Flussnetz, das in der Anlage wohl schon vorhanden war, kanalisiert. Da der grosse Thur- und Bodenseegraben damals vorhanden war, entwässerte diese Rinne nach NE, wo auch die Sitter aufgenommen wurde. Die Ablagerung der Bischofsberger Schotter während der Risseiszeit hat diesem Zyklus ein Ende gesetzt und die Anlage des Thurdurchbruchs zwischen Bischofszell und Kradolf bedingt. Dabei machte sich der werdende Bischofszellerkessel bemerkbar, indem er die Thur aktiv aus dem Thurgraben "zog", dessen Rand der Fluss dann durchsägte.

2. Der Thur- und Sitterbogen bei Rickenbach/Wil, resp. St. Gallen-Bruggen

Mindestens ebenso auffallend wie die Vereinigung von Sitter und Thur bei Bischofszell sind die morphologisch analogen Richtungsänderungen beider Flüsse bei St. Gallen-Bruggen, resp. bei Rickenbach/Wil. Rechtwinklig wird das Cañon-tal durch eine verhältnismässig breite Flussebene abgeschnitten. (Im Kapitel Orohydrographie sind die Stellen beschrieben). Dabei besitzt der Cañon scheinbar eine natürliche Fortsetzung über die Ablenkungsstelle hinaus in gleichsinniger Richtung nach NW. Beide Typlokalitäten bei Gossau und Wil sind gewaltige Schotterebenen in einem weiten Raum, die markante Molassehügel wie Tannen-berg und Nollen am Westrand abschneiden. Dennoch sind die Ursachen dieser Bildungen verschiedener Art:

a) Der Thurbogen :

Die Untersuchung der Thur-Austrittsstelle zwischen Schwarzenbach und Rickenbach liefert folgende Resultate:

Unmittelbar unterhalb der Eisenbahn- und Strassenbrücke, etwa an der Stelle wo die 520 m Kurve den Fluss traversiert, hören die Molasseaufschlüsse auf. Zum Teil mächtige diluviale Ablagerungen überwiegen vollkommen, ohne dass morphologische Indizien diesen Wechsel anzeigen. So wird zum Beispiel die Stufe zwischen der Ebene "Salen" und dem Fluss von einer Nagelfluhbank und von Moräne gebildet, wobei der Uebergang von einem zum andern gar nicht genau feststellbar ist.

Oberhalb dieser Stellen im Feld 255/722 fallen am linken Talhang einige markante Nagelfluhbänke auf. Treppenförmig übereinander liegend, entwinden sie sich einem senkrechten Prallhang, um strahlenförmig auseinander zu streben. Das bemerkenswerteste aber ist, dass die oberste Bank am weitesten zurückweicht

und nach NW gegen Wil weist, während die folgenden, tieferen Stufen nacheinander nördliche und nordöstliche Richtung einschlagen. Ein hohes Niveau deutet also nach NW, die tieferen mehr in die Richtung der grossen Thurniederung. Es zeichnet sich eine Schwenkung in dieser Richtung ab.

Zwischen Wil und Rickenbach ist die Molasse nirgends angeschnitten; auch der Prallhang SE Wils enthält quartäre Materialien. Offenbar handelt es sich hier um eine alte verstopfte Thurrinne. Aber nicht um eine gewöhnliche Erosionsrinne, sondern ebenfalls um einen tektonischen Graben. Sichere Beweise konnten zwar vom Geologen nicht erbracht werden; ich möchte aber den Blick des Morphologen auf folgende Tatsachen lenken:

Südwestlich des Städtchens Wil hören eine Anzahl Hügelzüge, genau auf eine Linie ausgerichtet ganz plötzlich auf; dabei ist eine nordöstliche Fortsetzung nur in der Gegend des Städtchens selbst feststellbar. Ähnlich ist die Lage nordöstlich von Wil; dabei fällt auf, dass beide Linien genau parallel laufen. Diese Erscheinungen deuten zumindest morphologisch an, dass unter Wil ein Graben mit parallelen Rändern genau quer zum allgemeinen Streichen nach NW zieht. Dabei bleibt das Mass der vertikalen Versetzung unbekannt.

Das Alter der Grabenfüllung ist schwerer bestimmbar. Es sind Schotter aufgeschlossen, die nicht unbedingt nur der letzten Eiszeit angehören, sie können aber auch nicht ohne weiteres als risseiszeitliche angesprochen werden, weil Würmmo-
ränen sie bedecken (der Stadtkern Wil liegt auf einem mächtigen Moränenhaufen).

Die Gefällsverhältnisse im Längsprofil der Thur geben uns Aufschluss.

	rezent		Würm		Riss	
Ganterschwil	550 m	10 km 3 ‰	580 m	7 km 5 ‰	600 m	7 km 5 ‰
Rickenbach	520 m		545 m		570 m	
Rickenbach	520 m	4 km 3,75 ‰	?		?	
Felsenegg	505 m					
Felsenegg	505 m	11 km 3,2 ‰	versenkt		versenkt	
Bischofszell	470 m					

Es fällt auf, dass die Thur im engen Felsental ein geringeres, ausgeglicheneres Gefälle aufweist, als in den weiten Thurauen, wo zur Hauptsache weiche lehmige Moränen oder Flussgeschiebe die Unterlage bilden. Ich glaube nicht, dass nur die Geradelegung des Flusses in den letzten 50 Jahren dieses errechnete grössere Gefälle veranlasste, trotzdem der Grundwasserspiegel nachweisbar sank. (Feuchtigkeitsliebende Erlen und Weiden stehen in den Auenwäldern ab und müssen durch Eschen, Ahorn und dergleichen ersetzt werden, die weniger Wasser brauchen).

Es müssen andere Umstände mitwirken: Einmal werden gewiss die jüngsten Senkungen im Bischofszellerkessel (siehe Seite 29) den Fluss zum Einschneiden veranlassen. Der Gefällsausgleich wird dadurch gestört. Ferner ist es sehr wohl möglich, dass eine Thur über Wil hinaus konsequent nach NW entwässerte. Welche Tatsachen veranlassen mich zu dieser Behauptung?

1. Der rein morphologische Aspekt die "Wilermulde" bildet die natürliche Fortsetzung des oberen Thurtals.

2. Die Linie der "abgeschnittenen" Hügel im W der mutmasslichen Grabenbildung unter dem Wilerquartär zieht ebenfalls in dieses Tal.

3. Aus der Gegend von Flawil zieht eine allerdings stark deformierte und seitlich angezapfte Rinne über Oberuzwil-Bettenauerweiher an die Thur bei Schwarzenbach Richtung Wil. (Tafel VI) Dieses Tal mag einer alten Glatt gehören, welche diese WNW-Richtung einschlug, ehe sie der Thur tributär war. Dadurch wurde der Vogelsberg bei Uzwil zum isolierten Molasseberg. Diese Behauptung mag recht kühn sein, ist doch nur noch ein zwei km langes Talstück südlich des Vogelberges bei Oberuzwil erhalten. Es liegt in geschützter Winkellage im Konfluenzgebiet des Rhein- und Thurgletschers und konnte sich daher durch die verschiedenen Erosionsphasen retten. Es gibt aber - verschleiert und verwischt - noch andere morphologische Anzeichen, die meine Behauptung stützen.

Auf der Höhe von Gossau winkelt die Mulde nach W ab und ein nördlicher Talhang ist im Molassehügel Pt. 647,6 m bei Gebhardswil (Feld 250/733) gegeben. Dieser erhebt sich als Nagelfluhhärtling knapp 50 m über das Drumlinplateau von Niederwil-Arnegg.

Auch das Glattalstück vom Durchbruch bei Kressbrunnen westlich Gossau bis Flawil, folgt dieser Richtung. Es sind gewiss nicht die markanten Würmmoränen, die den Verlauf des Tales diktieren. Diese sinken in den Talgrund selbst ein, letzterer musste also mindestens praewürmisch angelegt sein.

Bei dieser hypothetischen Glattrinne muss es sich um ein altes Niveau handeln, da wir im Abschnitt B die Wirksamkeit des - im grössten Interglazial entstandenen - kleinen Thurgrabens als spätestens risseiszeitlich erkannt haben.

4. Das Thur-Grabental besteht zwischen Wil und Niederbüren aus zwei verschiedenen Teilstücken: a) aus einer westlichen Partie, die allgemein nach W orientiert ist und den Raum zwischen Wil-Rickenbach und Felsenegg umfasst. b) Aus einer östlichen, die sich allgemein nach E ausrichtet, damit den Rest Felsenegg-Niederbüren betrifft. (Tafel VI)

Folgende Erklärung ist notwendig: Das Niederhelfenschwiler Drumlinplateau, tektonisch am Südrand des Nollenhorstes abgesenkt, neigt sich sachte nach WSW und geht langsam in den erwähnten Raum von Züberwangen über. Auch die heutige

Entwässerung, allerdings zur Hauptsache nacheiszeitlich angelegt, geht diese Richtung. Die äusserst flache Wasserscheide ist weit nach ENE verschoben. Südlich Zuckenriet ist die Molasse bei 560 m, nördlich Felsenegg bei 540 m aufgeschlossen. Die Platte senkt sich auf eine Distanz von 4 km um 20 m, was einem Gefälle von 5 ‰ entspricht. Die Molasseaufschlüsse sind im Plateau selbst auf diese wenigen Stellen beschränkt, da alles von einer bis 40 m mächtigen hügeligen Diluviumdecke überkleistert ist. Die Bildung dieser Drumlinlandschaft zur letzten Eiszeit geht wohl darauf zurück, dass die Bewegungsintensität der Gletscher hier im Mischungsgebiet des Rhein- und Thurgletschers minimal war. Die Westabdachung des Plateaus darf also kaum nur auf die Glazialerosion zurückgeführt werden. Diese Landschaft entwässerte ursprünglich nach W Richtung Wil! Nach der Grabenbildung zwischen Glatt und Sitter wurde dann eine Wasserscheide zwischen beiden Abschnitten überwunden und in dem unter a) bezeichneten Gebiet entwickelte sich eine Flussumkehr. Eine Zeit lang, "unmittelbar" nach der Tieferlegung des Abschnittes b), mag also die Glatt Oberlauf einer unteren Thur gewesen sein.

Die Entwicklung im Raum von Wil lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Der vermutete tektonische Graben, der unter Wil nach NW zieht, ist älter als der kleine Thurgraben zwischen Glatt und Sitter. Die Thur verfolgte ursprünglich diese Richtung konsequent; erst später wurde sie nach Osten abgelenkt.
2. Noch im 2. Interglazial mag die Grabenbasis bei Wil ungefähr das Niveau der heutigen Schotteroberfläche an derselben Stelle (knapp 600 m) innegehabt haben. Dies muss wohl längere Zeit gedauert haben. Dabei bildete sich ein weites Talprofil im Toggenburg, in das die Moränen der Risseiszeit gelegt wurden. (Inwiefern Glazialerosion an der Ausweitung beteiligt war, entzieht sich meiner Kenntnis; ich habe das Toggenburg nicht speziell untersucht). Zu dieser Zeit war wohl auch die bezeichnete alte Glattrinne über Oberuzwil noch aktiv. Mit der fortschreitenden Vertiefung des Grabens begann sich die Thur einzuschneiden. Dabei traf der risseiszeitliche Thurgletscher schon einen Cañon an, der in der letzten Zwischeneiszeit nur noch wenig tiefer gelegt wurde. Dort entspricht in ca 540 m das Rissniveau nahezu dem Würmniveau.
3. Nun traten die Senkungen im E ein und wurden, nach Ueberwindung der wasserscheidenden Schwelle (auf der Höhe der heutigen Glattmündung) in unserem Gebiet wirksam. Die alte Thur wurde bei Rickenbach angezapft und endgültig als neue Thur nach E abgelenkt. Es sind also keineswegs die jungeszeitlichen Moränen und Schotter bei Wil, die eine Ablenkung nach E erzwangen. (Lit. 11) Ein gleiches geschah der alten Glatt, die endgültig und als Ganzes der Thur tributär wurde. Das geköpfte Talstück zwischen Flawil und Schwarzen-

bach verödete und wurde später durch seitliche Drainage zur heutigen Gestalt ummodelliert. Dabei ging der ursprüngliche Talcharakter fast völlig verloren.

4. Endlich brachten die Rissgletscher ihre gewaltigen Geschiebemassen ins Vorfeld und füllten Erosions- und tektonische Rinnen weitgehend aus. Dabei wurde wohl auch das Loch von Wil verstopft; eventuell bestand sogar eine direkte Schotterverbindung zwischen hier und dem Bischofsbergerschotter.
5. Die letzte Zwischeneis- und vor allem die Eiszeit haben die heutige Form der Landschaft geprägt.

Ich stelle hier noch eine Frage, die näherer Untersuchung wert ist:

Wohin entwässerte die Thur, bevor ein tektonisch bedingter Durchpass bei Wil existierte?

Es besteht ein markanter Ausweg! Westlich Rickenbach öffnet sich ein imposantes Trockental, das sich als deutliche Erosionsrinne mäandrierend nach W wendet und über Dussnang eine Fortsetzung bis nach Turbental im mittleren Tösstal findet. Ich bezweifle stark, dass es sich hier nur um randliche, eiszeitliche Abflussrinnen handelt. Warum sollte nicht eine stark aktive Töss schon früh ihre Ausläufer bis in die ferne Ostschweiz geschickt haben? Warum sollte es ihr nicht mindestens so leicht gefallen sein, dem Streichen parallele Täler in mergelreicheren Horizonten anzulegen, als solche quer durch viele Nagelfluhbänke zu fressen? Vielleicht lassen sich auch hier durchgehende Niveaux verfolgen. Erst später wurde dieses Tal als seitliche Abflussrinne eiszeitlicher Schmelzwasser benützt.

b) Der Sitterbogen:

Obschon dem Thurbogen weitgehend ähnlich, ging die Entwicklung andere Wege. Hier waren vor allem erosive Kräfte an der Arbeit, während eigentliche Schollenbewegungen nur gerade am Rande des Geschehens mitwirkten. Die selektierenden Wasser fanden im W und N der Stadt St. Gallen in den gewaltigen Mergelkomplexen reichlich Gelegenheit talbildend einzugreifen. Der NW-Hang des Rosenberges ist seiner zahlreichen Rutschungen und Sackungen wegen berüchtigt; er bereitet den Forstleuten und nicht zuletzt der Staatskasse viele Sorgen. Der früh-präediluvial entstandene grosse Thur- und Bodenseegraben beeinflusste schon sehr bald die Hydrographie östlich des Tannenberges, der diese von einer westlichen, andersgerichteten trennt. Sitter, Steinach und Goldach werden nach ihrem Austritt aus der subalpinen Molasse gleichsinnig gegen den Bodensee abgelenkt. Nur die Sitter widersteht dieser grossen Depression, da eine andere (Bischofszellerkessel) näher zu liegen kam und wirksamer wurde. Dies war nicht immer so. Die tiefsten Moränenaufschlüsse im Längsprofil des Flusses haben ein fast doppelt so starkes Gefälle als der rezente Fluss:

Gefälle			rezent	Würm
Rotbach	640 m	8 km	7,5 ‰	10 ‰
Sitterthal	580 m			
Sitterthal	580 m	19 km	4,2 ‰	7-8 ‰
Rothen	500 m			
Rothen	500 m	9 km	3,3 ‰	versenkt
Thur	470 m			

Vor der letzten Vereisung lag also die Erosionsbasis bedeutend tiefer, nämlich im Thur-Bodenseegraben, und es entwickelte sich ein starkes Gefälle (7-8 ‰). Erst nacheiszeitlich wurde die Sitter bei Rothen zum Teil angezapft, zum Teil durch Moränen nach W gedrängt. Dabei trat eine Hinaufsetzung der Erosionsbasis ein, und die Beruhigung zeichnete sich in einem Gefällsausgleich auf 4,2 ‰ ab. Die Fluss-Steile wandert heute aufwärts und ist dabei, die widerstandsfähige, nagelfluhreiche subalpine Molasse oberhalb der Vereinigung von Sitter und Urnäsch beim Kubel zu überwinden (7,5 - 16 ‰). Die Gossauer Mulde als westlicher Schenkel dieser Talvirgation bildet nach Hofmann wahrscheinlich eine südöstliche Fortsetzung der Bruchstufe am Westrand des Tannenberges zwischen Gossau und Ronwil. Gegen die Sitter hin läuft diese tektonische Linie (vermutlich ohne scharfe Grenze) in die leicht modellierbare Mergelzone. Es schaffen hier tektonische und stratigraphische Leitlinien günstige Bedingungen für die Herausarbeitung einer solchen Mulde. Ich glaube nicht, dass die Sitter jemals aktiv nach W abgelenkt war. Grund:

Einst wurde die Urnäsch bei Waldstatt von Osten her in einem sehr hohen Niveau (Mindel/Riss interglazial) von der Sitter her angezapft und dieser tributär gemacht. Vorher entwässerte sie konsequent nach NNW, durch das heutige Glattal bei Herisau in die Gossauermulde. Es darf daher angenommen werden, dass die Bodenseedepression spätestens Ende Mindel bis in die entfernten Flussgebiete richtunggebend wurde. Der max. 50 m mächtige Breitfeldschotter der Gossauermulde ist als Niederterrassenschotter anzusprechen, wenn diese Bezeichnung in diesem glazialgeologisch komplexen Gebiet überhaupt ihre Berechtigung hat. Moränen der letzten Eiszeit unterziehen ihn am Ostrand und verhindern ein nach dem Sittertal gerichtetes Abfließen des sehr wichtigen Grundwassers. (Wasserversorgung St. Gallen). Weder die Oberfläche des Schotters noch der Molasseboden besitzen ein messbares Gefälle nach E oder W. Es handelt sich um eine Stauzone zwischen zwei Moränenzügen, deren äusserer südwestlicher nach A. Ludwig dem Würmmaximum, der innere hingegen dem Schlierenstadium entspricht.

Zum Schluss betone ich nochmals, dass alle hier beschriebenen tektonischen Schollenbewegungen zwischen Tannenbergr und Nollen, aber auch der Thur- und Bodenseegeben, sehr jung sein müssen. Die morphologischen Kennzeichen lassen kein höheres Alter zu, sie deuten auf früh- bis mittelglaziale Entstehung hin. Dabei ist natürlich möglich, dass sich diese Krustenverschiebungen - besonders im Bodenseegeb. - schon im Pliozän abzeichneten.

IV. DAS PROBLEM DER OSTSCHWEIZERISCHEN DECKENSCHOTTER

Ich hatte zu untersuchen : Ist in der Ostschweiz die Bezeichnung Deckenschotter noch gerechtfertigt ? Bestand tatsächlich einmal eine mehr oder weniger zusammenhängende Schotterplatte ? Hofmann äussert sich darüber wörtlich: "Die Deckenschotter auf dem Tannenbergr und auf der Heid sind wohl weniger die Reste einer einstigen allgemeinen Schotterplatte, als viel mehr die Produkte hohen Eisstandes. Wir haben auch bereits gesehen, dass die Bischofsberger Schotter in den schon vorhandenen Sitter-Glatigraben eingelagert wurden. Ob der Deckenschotter auf Hohlenstein damit zusammenhängt, ist nicht leicht zu entscheiden. Auf jeden Fall war die tektonisch bedingte Morphologie dieses Gebietes bereits vorhanden, als die heute vorhandenen Diluvialprodukte abgelagert wurden. Schotter verschiedenster Höhenlage können damit gleichaltrig sein : Sie können zu ein und derselben Eiszeit bei verschiedenen Eisständen entstehen und brauchen auch nicht einen identischen Geröllbestand aufzuweisen, da die lokalen Verschiedenheiten viel zu gross waren. Die Schotter von Bischofsberg und Hohlenstein können somit gleichaltrig sein." Er bezieht sich dabei gerne auf die Ansicht von A. Jayet (Lit. 22) von nur zwei Eiszeiten in unserem Gebiet.

Am Tannenbergr kann eindeutig festgestellt werden, dass jene alten Schotter diskordant über den Verbiegungen liegen. Diese sind also bestimmt älter als jene. Es ist meines Erachtens unmöglich, bei nur regionaler Beobachtung und Untersuchung schlüssige Beweise für die Zusammengehörigkeit verschiedener Schotter zu erhalten. Man muss den Bogen weiter ziehen, um an Hand benachbarter, schon untersuchter Gebiete eventuell Zusammenhänge herauszufinden. Im Bereiche der subalpinen Molasse, am Oberlauf von Sitter und Urnäsch, machte ich früher folgende Feststellungen: (Lit. 36)

Die gewaltige Aquitanmulde (Lit. 19, 42) macht im Teilstück zwischen Speicher und Schönengründ durchaus den Eindruck einer ehemaligen grossen Einheit mit morphologischer Depression zwischen heutiger Sitter und Urnäsch. Aus der Gegend von Teufen senken sich die Verflachungen in etwa 10 ‰ gegen W, im entsprechenden Niveau bei Waldstart in etwa 7 ‰ nach E. Dieses einheitliche Muldeniveau liegt im Mittel ungefähr 100 m über dem sicheren Rissniveau, glaziale Abschleifung nicht berücksichtigt. Es entspricht dem durch die Risseiszeit modifizierten Mindelniveau. Weber (Lit. 62, 63)

stellte im Zürcher Glattal Niveauunterschiede zwischen D₂ und Hochterrasse von 120 bis 140 m fest. Im Appenzellerland dagegen sind die Erosionsbeträge von Phase zu Phase geringer als z.B. im Glatt-Tösstalgebiet. Dort mag das Zentrum des resistenten Hörnflächers die Uebersteilung des Voralpengebietes unterstützt und betont haben. Man findet in den gleichen tektonischen "Breiten", Gefälle von 15 ‰ und mehr! Ebenso zeigen jene Systeme einen bedeutend alpinen Ursprung, als das im isolierten Appenzellerland der Fall sein kann. Man darf deshalb sehr wohl am Mindelalter der Aquitanmulde festhalten. Dieses System, zeigt wohl die schönsten Terrassen und Verflachungen. Das ist aber kein Zufall: Allgemein wurde in der Ostschweiz (dank der starken Reduktion des D₁-Niveau) eine stärkere D₂-Entwicklung möglich. Schotter fehlen bei uns; aber die Erosions- und Denudationsflächen haben sich erhalten und nicht wesentlich verändert. Eine eigenartige Regelmässigkeit fällt insofern auf, als sich die wichtigsten Bindeglieder zweier Flusssysteme - die flachen Pässe - ebenfalls in dieses Mindelniveau einordnen. Höhenlage und morphologische Verhältnisse zeigen auffallende Ähnlichkeit; z.B. jene bei Speicher und Waldstatt - Schönggrund, aber auch die Hochflächen bei Gais und Gonten. Gerade die Flachpässe sind in Bezug auf ihre Veränderlichkeit die stabilsten Räume. Sie werden von der seitlichen Drainage der Hauptquertäler (Sitter, Urnäsch und Goldach) noch nicht erreicht und verändert. Es sind auch jene Gebiete, wo sich die verschiedenaltigen Systeme vereinigen oder die Niveauunterschiede nur sehr gering sind.

Zusammenfassend wiederhole ich, dass das Mindelniveau durch drei Punkte fixiert ist: Einmal durch die beiden Flachpässe (900-930 m) und dann durch den Keil zwischen Urnäsch und Sitter (840-850 m). Die tangentielle Fläche bildet den weiten Boden der aquitanen Muldeneinheit. Ihre Aufteilung vollzog sich zur zweiten Zwischeneiszeit, in der sich im grossen und ganzen der Verlauf der wichtigsten Flüsse wie Sitter, Urnäsch und Rotbach vorzeichnete. Die Flächen selber müssen daher älter sein, und wir geben ihnen Mindelalter. Ob sie tatsächlich im Gefolge der zweiten Eiszeit entstanden sind, weiss man nicht, da sicher datierte D₂-Schotter fehlen. Aber auch der Schotterkomplex auf dem Tannenberg hat seine Bedeutung! (Seite 39). Seine Basis senkt sich, leicht nach W geneigt, von 850 bis 825 m in ca 9,8 ‰ von S nach N. Verlängert man diese Gefällslinie gleichsinnig nach S in die Sitterdepression, wird an der Muldenachse eine Höhe von 910 m erreicht; also deutlich über unserm Mindelniveau, das dort in knapp 850 m liegt. Der Niveauunterschied beträgt 60 m. Auf den ersten Blick scheint dies wenig. Weber stellte im Zürcher Glattal zwischen D₁ und D₂ einen solchen von 80 bis 100 m fest. (Lit. 62, 63). Die schon erwähnte Tatsache, dass im Appenzellerland die Erosionsbeläge geringer sind beweist, dass der Tannenbergschotter seiner Höhenlage entsprechend älter als D₂ sein kann,

nämlich ein oberer Deckenschotter.

Auf Grund der morphologischen Beschaffenheit des Reliefs sind die D₁ Denudationsflächen - denn nur mit solchen haben wir es zu tun - aus der aquitanen Muldensohle verdrängt. Sie finden sich nur an den Hängen und zum Teil auf den Höhen der peripheren Hügelzüge. Wo sie ganz auf das Streichen der Molasse ausgerichtet sind, treten sie sehr häufig mit rein tektonisch bedingten Denudationsterrassen vergesellschaftet auf. Dort müssen sie, mehr oder weniger willkürlich, von diesen getrennt und als praeglaziale Flächen bestimmt werden. Man könnte betonen, dass gerade diese stratigraphisch bedingte, grössere Resistenz einer Schicht, eines Schichtkomplexes auch die Erhaltung alter Systemsreste begünstigt, wo sie an andern Stellen längst verschwunden oder auf unscheinbare Gehängeknicke und Schrägleisten reduziert sind. Besonders beachtenswert sind aber jene Stellen, wo diese Praeglazialrelikte mit dem Schichtfallen zum Schnitt kommen. Zum Beispiel in den Durchbruchstälern. Isoklinale Seitentälchen gliedern stark; aber die Zusammengehörigkeit der einzelnen Segmente ist durch den Böschungswinkel bestimmt.

Diese Resultate stützen meine Ansicht, dass hier tatsächlich ein einheitliches D₁-Niveau besteht. Allerdings nicht als oberstes Niveau, sondern als Produkt einer praeglazialen, eventuell pliozänen Erosionsphase mit geringer Reliefenergie. Im Folgenden zeige ich, dass in der übrigen Ostschweiz ähnliche Verhältnisse bestehen, dass tatsächlich ein zeitlicher und morphologischer Zusammenhang zwischen den bis heute bekannten alten Schottern besteht.

Für die Rekonstruktion eines oberen Deckenschotterniveaus zwischen Glatt und Bodensee, stehen allerdings nur spärliche und in ihrer Zugehörigkeit heftig umstrittene Schotterreste zur Verfügung (Allmann, Stofel, Irchel, längs der Töss - Tannenberg, Heid und Seertücken, längs Thur und Sitter). Es ist nicht Ziel dieser Arbeit, jede einzelne Fundstelle absolut einzureihen. Ich will nur ihre mögliche relative Zusammengehörigkeit belegen und beschränke mich im Folgenden auf die praeglaziale Oberfläche, wie sie sich heute darstellt. Die Zugehörigkeit der Schotterreste zur 1. Eiszeit steht hier nicht zur Diskussion.

Von grundlegender Bedeutung scheint mir die Verfolgung der Gefälle. Es handelt sich hier nicht um Gefällslinien, die sich längs einer Talachse ziehen, wie im westlich angrenzenden Gebiet zwischen Töss und Reuss; vielmehr bestand die Aufgabe darin, die Beziehungen der einzelnen Lokalitäten zueinander festzustellen. Eine befriedigende Lösung schien mir anfänglich schwierig. Im Laufe der Arbeit zeigten sich dann auffallende Uebereinstimmungen. (Tafel VII).

Als Basis betrachte ich die Verbindungslinie Allmann 890 - Tannenberg 825 m, denn diese läuft ungefähr dem Streichen der Molasse parallel. Beide Punkte nehmen demnach etwa dieselbe "tektonische Breite" ein. Hier besteht entgegen den

Erwartungen ein west-östliches Gefälle von 2 ‰. Als weiterer Punkt unserer "Triangulation" dient die Lokalität Heid 740 m im Nollengebiet. Wenn nun ein innerer Zusammenhang zwischen diesen drei Flächenresten besteht, sollte eine konstruierte Gefällslinie von der Heid nach S gezogen die Basislinie in A so schneiden, dass erstere dem weiter vorn beschriebenen D₁ - Profil an Sitter und Tannenberg (9 - 10 ‰), wie aber auch demjenigen beidseits des Glattales (8 ‰) ähnlich sein müsste. Dies trifft tatsächlich sehr genau zu (10 ‰). Ganz unabhängig von dieser Hilfskonstruktion fand ich schon früher auf den Höhen östlich der untern Toggenburger Thur prachtvolle Flächenreste zwischen 850 m und 900 m. Diese Verebnungen sind wohl Systemsreste praeglazialen Alters. Dadurch sind aber auch die zweifelhaften Heid - und Tannenbergreste mit den besser datierten Glattalrelikten verknüpft. Eine nach NNE gerichtete tangentielle Dreiecksfläche würde einer D₁-Basis entsprechen. Mit zunehmender Alpenrandnähe wird diese auch vermehrt von noch älteren Systemen überragt (Lit. 36, 57, 62). In praeglazialer Zeit bestanden hier also Täler mit einer deutlichen, wenn auch geringen Reliefenergie.

Ausserhalb des Dreiecks sind die höchsten Systeme deutlich Verflacht. Es scheint, dass der schweizerische Gefällstyp (8 ‰ und mehr) langsam in den süddeutschen (3-4 ‰) übergeht. Der Hörnlifächer mit seinen nördlichen Ausläufern bildet die Grenze. Hier scheinen alle Gefällslinien zu hoch zu liegen und steiler zu sein als die benachbarten. Dieser morphologische Charakter wird besonders noch durch die speziellen Verhältnisse im Thurgau und dem Bodenseebecken betont.

Wenn hier auch eine namhafte Verflachung um mehrere ‰ anzunehmen ist, geben doch die Gefällsrichtungen weiteren Aufschluss über scheinbare Diskrepanzen die bei Festlegung der Zugehörigkeit einzelner Schotter verwirren.

Die auffälligsten Gefällsreduktionen ergeben sich im unteren Thurtal auf der Linie Frauenfeld-Weinfelden-Bodensee. Berücksichtigt man auch süddeutsche Lokalitäten, z.B. die Schotterplatte von Heiligenberg (800 m), ergibt sich sogar ein deutliches Ansteigen nach NE (1,5-3 ‰). Dabei erscheint eine flache Mulde, die in den oberen Bodensee hineinstreicht.

Nachdem ich auf den wichtigsten Gefällslinien die 800 m - Punkte fixiert hatte, ergab sich eine recht auffällige Kurve: Sie umfasst in weitem Bogen den Hörnlifächer auf der Höhe von Turbenthal, schwenkt dann über das Thurknie bei Wil auf das Waldkirch - Arneggerplateau, um nach N und NE dem Tannenberg deutlich auszuweichen. In ihrer östlichen Fortsetzung scheint sie den Bodensee an seinem oberen Ende zu umkreisen, um in Süddeutschland neuerdings weit nach N auszugreifen.

Im Vergleich mit der 700 m-Kurve lassen sich trotz spärlicher Angaben gewissermassen die Grossformen einer praeglazialen Oberfläche in der Ostschweiz wiederherstellen:

Von W nach E zeichnet sich, mit einem deutlichen Maximum am Bodensee, eine Verflachung des Niveau ab. Gleichsam als Seitenast dieser Bodenseemulde führt eine schmalere, wenn auch nicht weniger eindruckliche Urtalung nach SE, dabei auf die appenzellische Sitter-Urnäschdepression hinzielend. In dieser Rinne liegen nun die D_1 -Relikte Tannenberg, Heid und event. der Irchel. Der Tannenberg, wie aber auch der Seerücken erscheinen als trennende Schwellen zwischen den genannten Mulden. Der Tannenbergschotter kommt auf den rechten Sitter-Thurfurchenrand zu liegen und tatsächlich ist er leicht nach W (gegen unsere Muldenachse hin) abgekippt.

Dass Thur und Sitter (wenigstens im mittleren Teil) dieser vorgezeichneten Mulde östlich ausweichen, hingegen der Bodensee inmitten der Grossmulde sich ausdehnt, darf wiederum als ein Argument für meine frühere Behauptung gelten: Der grosse Thur-Bodensee-graben ist früh-*praeglazial*, der kleine Thurgraben (Glatt-Sitter) aber wurde nach der D_1 -Zeit angelegt. Dabei hatten die jungen Senkungen Sitter und Thur aus der Urtalung nach E abgelenkt.

Ich bin mir der Problematik dieser Rekonstruktion bewusst und möchte dem Leser zeigen, dass das wiedergegebene *praeglaziale* Niveau kein ursprüngliches, sondern ein mehr oder weniger stark abgewandeltes darstellt. Verändert ist das Niveau einerseits durch quartäre Hebungen, die eine Uebersteilung der Systeme bedingten (Hörnlifächer); anderseits durch Verflachungen, die (nicht immer eine Folge von Senkungen) eher relativ den Horsten gegenüber gestellt werden müssen (Ausnahme: Grosser Bodensee - Thurgraben).

V. ZUSAMMENFASSUNG

Das auffallendste Merkmal der besprochenen Landschaft bildet der Verlauf von Thur und Sitter:

1. Die Abschnitte der Cañons, die der natürlichen NNW - Abdachung des schweiz. Mittellandes folgen (Toggenburg/Appenzellerland).
2. Die gewaltige konforme Schwenkung nach Osten ins Streichen der Molasse (Rickenbach-Wil / St. Gallen-Bruggen).
3. Die Vereinigung beider bei Bischofszell, wobei die Sitter noch ein E - W gerichtetes Verbindungsstück aufweist, das der Thur fehlt. (Tafel I und II)

Dort wo die beiden Flüsse ihre Cañons verlassen, öffnet sich nach NW eine morphologisch auffallende Mulde (Wil und Gossau), die durch mächtige Schotter gefüllt ist. Es besteht eine Art Talvirgation mit je einem lebenden östlichen und einem toten westlichen Ast. Beide umfassen, wiederum affin, einen mächtigen Hügelkomplex (Nollen / Tannenbergl), dessen S und E-Rand sie umfassen. Der Raum zwischen diesen "Massiven" wird durch ein grosses Plateau (Drumlin-plateau) ausgefüllt, das durch Thur, Glatt und Mutwilertobel segmentiert wird.

Die Frage, warum eine Depression bei Bischofszell die gesamte Entwässerung dieses Gebietes im Wesentlichen bestimmt, ist durch die Beschreibung der starren Bruchtektonik beantwortet, wie sie Tafel I nach F. Hofmann umreisst. Vor allem der kleine Thurgraben zwischen Glattmündung und Sitter, wie auch der Bischofszellerkessel (als Abzweigungen des grossen Thur-Bodenseegrabens) wirkten kanalisierend und sammelnd.

Alle diese Bruchsysteme werden von Hofmann, mit Ausnahme des Bischofszellerkessels, als praeglaziale - pliozäne Bildungen bezeichnet.

Als Morphologe bezweifle ich dies und behaupte, dass auch der kleine Thurgraben quartäres Alter besitzt:

Wäre er alt, hätte er sehr früh aktiv die seitliche Entwässerung beeinflusst. Diese müsste sich auf die neue, tiefergelegte Grabensohle ausgerichtet haben. Wenn auch letztere in unbekannte, nirgends aufgeschlossene Tiefen versenkt ist, zeigt doch keine einzige seitliche Rinne - z.B. die der Glatt - die Tendenz, unter die

diluviale Grabenfüllung einzutauchen. Im Gegenteil, der Felsengrund des Seitentales richtet sich auf den diluvialen Thurgrabenboden aus. (Tafel IV).

Daraus folgt, dass die quartäre Grabenfüllung von Anfang an bestand oder ihre Ablagerung mindestens der Einsenkung rasch folgte. Die randliche Drainage war noch unentwickelt, wurde erst später aktiviert und auf die neue, hinaufgesetzte Grabensohle ausgerichtet.

Das Alter des kleinen Thurgrabens habe ich auf frühestens Mindel - Riss interglazial festgelegt. Zu diesem Schluss kam ich durch folgende Überlegungen:

1. Das verlängerte Rissniveau aus dem appenzellischen Hügelland (Urnäsch und oberes Glattal) und dem Toggenburg (Neckertal) führt auf das weite Drumlinplateau, also hoch über den Graben hinaus. Die neue Erosionsbasis war also noch gar nicht oder nur schwach wirksam. (Tafel IV 3 a)
2. Die Bildung der eigentlichen Cañons im Drumlinplateau selbst beginnt erst während der grössten Eiszeit und dauert das ganze letzte Interglazial an, um durch die Würmeiszeit ein Ende zu finden (Würmmoräne auf dem rezenten Glattalboden.) (Tafel IV 3 b)
3. Die steilen Grabenränder des kleinen Thurgrabens, sowie diejenigen am Südrand des Nollens sind scharf und weder denudativ noch erosiv stark deformiert worden. (Tafel II + Karte)
4. Die radiäre Entwässerung des Tannenberges ist, trotz der verhältnismässig grossen räumlichen Tiefe, embryonal und nur am Südhang gegen die Sitter hin besser entwickelt. (Tafel II) Letztere machte aber auch eine Entwicklung durch, die der direkten Einflussnahme des kleinen Thurgrabens entzogen blieb. Die Abhängigkeit vom älteren grossen Thur-Bodensee-Graben zwang früh zur Tiefenerosion.

Der Diskussion über das Alter der verschiedenen Talräume (hauptsächlich Sitter und Thur) folgt die Feststellung, dass vor allem die nacheiszeitliche Erosion auf ein Minimum beschränkt bleibt. Z.B. sind die Cañons gar nicht nur postglaziale Entstehung, sondern in der Anlage bedeutend älter. Im 2. Interglazial entwickelte sich vor allem in den Einzugsgebieten von Sitter und Thur eine Phase der Tiefenerosion, da Rissmoränen in scheinbar jungen Einkerbungen liegen. In dieser Zeit war aber die Entwässerung der Thur und Glatt nach NW durch den Raum von Wil, diejenige der Sitter wahrscheinlich schon nach NE gegen den grossen Thur-Bodensee-Graben gerichtet (Tafel VI). Das ganze Gebiet der Plateaux und des kleinen Thurgrabens bildete bis dahin eine verhältnismässig stabile Schwellenzone, die erst aktiv zu werden begann.

Die Lage der alten Schotter (Tannenberg und Heid) ist so auffällig, dass eine Einordnung in ein einheitliches Deckenschotterniveau möglich wird: (Tafel VII)

- 1 liegen sie unmittelbar vor den Ausgängen der Cañons an Thur und Sitter mit-
ten in der vorn beschriebenen Talvirgation in ausgezeichneter Schonlage.
2. passen beide in die rekonstruierten Gefällslinien hinein und behaupten ihre
Stellung auch beim Vergleich mit Lokalitäten in der N- und NE-Schweiz.
- 3 streichen die Profillinien des Tannenbergschotter deutlich über das Mindel-
niveau im Appenzellerland hinaus, müssen demnach einem älteren Niveau
angehören.

Die ganze Arbeit zeigt die Schwierigkeiten beim Versuch einer morphologi-
schen Altersbestimmung. Ich glaube aber, dass ich den Hauptproblemen um ein
gutes Stück nähergerückt bin. Möge sie Anregung zu weiteren Arbeiten bieten.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Ampferer C. : Ueber d. Entstehg. d. Inntalterrassen (Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. III 1908).
2. Annaheim H. : Landschaftsformen im Tessin (A. Penk, Geogr. Abh. 3. Reihe, Heft 8).
3. Buxtorf A. : Aus d. Thalgeschichte d. Via Mala (Viertelj. Schr. d. Nf. Ges. Zürich 1919).
4. Eberli J. : Eine Flussablenkg. in d. Ostschweiz (Viertelj. Schr. d. Nf. Ges. Zürich 1893).
5. Eberli J. : Aus d. Geologie d. Kt. Thurg. - (Mittlg. d. Thurg. Naturf. Ges. Heft 14, 1906).
6. Falkner C. : Die südl. Rheingletscherzungen St. Gallen-Aadorf (Diss.) (Jahrb. d. Nf. Ges. St. G. 1909).
7. Fraas E. : Die Entstehung des Bodensees. - (Schr. d. V. F. F. Gesch. d. Bodensees und seiner Umg., 42. Heft, 1913).
8. Frei R. : Monographie d. schweiz. Deckenschotters (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, NF, 37. Lf. 1912).
9. Frey A. : Vergletscherg. d. oberen Thurgebietes (Diss.) (Jahrb. d. Nf. Ges. St. G. 1914).
10. Frey R. : Zur Kenntnis d. ostschw. Deckenschotters (Viertelj. schr. d. Nf. Ges. Zch. 1919).
11. Früh J. : Zur Kenntnis d. Rheingletschers (Jahrb. d. Nf. Ges. St. G. 1884/1885).
12. Früh J. : Zur Morphologie d. Zürcher Oberlandes (Festschr. Alb. Heims 1919).
13. Früh J. : Entstehung d. Rheintales u. seiner Formen (Jahrb. d. Nf. Ges. St. G. 1904).
14. Früh J. : Die beiden Deckenschotter auf dem Seerücken (Mitteilg. d. Thurg. Nf. Ges. Heft 19, 1910).
15. Geiger E. : Untersuchungen über d. Geröllbest. im Rheingletschergebiet (Schweiz. min. u. petr. Mitt. Bd. 28, Heft 1, 1948).

16. Geiger E. : Geologisches von Bischofsz. u. Umgeb. (Stimmen d. Heimat. Monatsbl. f. kulturelles Leben. Ausg. Nr. 60, 6. Jg. Bischofszell 1945).
17. Gutzwiller A. : Das Verbreitungsgebiet d. Säntisgletschers (Jahrb. d. Nf. Ges. St. G. 1871/72).
18. Gutzwiller A. : Aeltere diluviale Schotter bei St. Gallen und Bischofszell (Ecl. geol. Helv. vol. VI Nr. 4).
19. Habicht K. : Geolog. Untersuchg. im südl. st. Gall.-appenz. Molassegebiet (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz).
20. Hofmann F. : Bericht über d. Exkursionen d. Schweiz Geol. Gesellschaft in d. Ostschweiz. (Eclogae geol. Helv. Vol. 41, Nr. 1, 1948).
21. Hofmann F. : Zur Stratigraphie u. Tektonik d. st. gall.-thurg. Miozäns und z. Bodenseegeologie (Diss.) (Separatabdr. aus Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 74. Bd. 1951).
22. Jayet A. : Une nouvelle conception des glaciations quaternaires, ses rapports avec la préhistoire et la paléontologie (Eclogae geol. Helv., Vol. 40, Nr. 2, 1947).
23. Ludwig A. und Falkner C. : Beiträge z. Geol. d. Umgeb. von St. Gallen (Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1901/02 und 02/03, St. Gallen 1903/04).
24. Ludwig A. und Falkner C. : Die geol. Verhältn. von St. G. und Umgeb. (Die Stadt St. G. und ihre Umgeb., eine Heimatkunde. St. Gallen 1916, Fehrsche Buchhdlg.).
25. Ludwig A. : Erläuterungen zum Atlasblatt 218-221 Flawil-Herisau-Schwellbrunn-Brunnadern.
26. Ludwig A. : Geolog. Karte 1:25'000 (Geol. Atlas d. Schweiz herausgeg. von d. geol. Kommiss. d. Schw. Nf. Ges.).
27. Ludwig A. : Ueber d. Entstehg. d. Alpentäler und d. alpinen Randseen (Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1910, St. Gallen 1911).
28. Ludwig A. : Ueberd. Entstehg. d. Drumlins (Eclogae geol. Helv. 1915, Vol. 13/4).
29. Ludwig A. : Ueber Talbildungen in den Alpen und im Vorland (Jahrb. d. S.A.C. 53. Jahrg.)
30. Ludwig A. : Glazialerosion (Jahrb. d. Nf. Ges. St. G. 1904 / 1905).

31. Ludwig A. : Die chronol Gliederg. d. eiszeitl. Ablagerg. zwischen Säntis und Bodensee (Eclogae geol. Helv., Vol. 24, Nr. 1, 1931).
32. Ludwig A., Eugster H. und Bächler E. : Berichte über d. Exkursion der SGG im st. gall. - appenz. Molasseland, im Fähnern- und Wildkirchligebiet (Eclogae geol. Helv. Vol. 24, Nr. 1, 1931).
33. Lüthy H. : Geomorpholog. Untersuchg. d. Säntisgeb. (Diss.)
34. Merian R. : Eine geomorphol. Untersuchungs- und Darstellungsmethode am Beispiel d. ob. Engelbergertales (Diss.)
35. Nussbaumer F. : Ueber Talbildungen in den Alpen (Jahrb. d. S.A.C. 51, 1916).
36. Oertle W. : Morphologische Probleme im Sitter- und Urnäschsystem (Diplomarbeit, Univ. Zürich).
37. Penck A. und Brückner E. : Die Alpen im Eiszeitalter (Leipzig 1901-1909).
38. Penck A. : Glaciale Krustenbewegungen (Sitzgs. ber. d. preuss. Akademie d. Wissenschaften, XXIV, 1922).
39. de Quervain A. : Ueber Wirkungen eines vorstoss. Gletschers (ob. Grindelwaldgletscher) (Viertelj. Schr. d. Nf. Ges. Zürich 1919).
40. Regelman Ch. : Neuzeitl. Schollenbeweg. d. Erdkruste im Bodenseegebiet (Ber. über d. Vers. d. Oberrh. Vereins 40. Vers., 1907).
41. Regelman Ch. : Erdbebenherde und Herdlinien in Südwestdeutshl. (Jahrb. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, Heft 63, 1907).
42. Renz H. : Zur Geologie d. östl. st. gall. -appenzell. Molasse (Jahrb. d. Natf. Ges. St. Gall. Bd. 69, 1937/38).
43. Rüetschi G. : Vorläufige Mitteilg. über d. Veränderg. des Unterseebeckens (Bodensee) durch d. Erdbeben vom 16. Nov. 1911 (Jahresberichte und Mitteilungen d. Oberrh. Geol. Vereins, NF, Bd. II, Heft 1, 1912).
44. Rüetschi G. : Das Erdbeben vom 16. Nov. 1911 am Untersee und die Schollenbewegungen des Seerückens und des Schienerberges (Jahresberichte und Mitteilungen d. Oberrh. Geol. Vereins, NF, Bd. III, Heft I, 1913).
45. Saxer F. : Das Molasseprofil an der Sitter (Eclogae geol. Helv., Vol. 29, 1936),

46. Saxer F. : in : Heimatkdl. Streifzüge. Zwei Wanderungen von St. Gallen nach Schloss Oberberg. St. G. 1936).
47. Saxer F. : Quartäre Krustenbewegungen (Ecl. geol. Helv. Vol. 35 Nr. 2, 1942).
48. Saxer F. : Die Molasse am Alpenrand zwischen Sitter und Rheintal (Ecl. geol. Helv. Vol. 31 Nr. 2, 1938).
49. Saxer F., Eugster H. Hübscher J. und Schlatter L. : Bericht über die Exkursionen d. SGG in d. Nord- und Nordostschweiz (Eclogae geol. Helv., Vol. 36, 1943).
50. Schill J. : Die Tertiär- und Quartärbildungen am N. Bodensee und im Hegau (Stuttgart 1858).
51. Schmidle W. : Die diluviale Geol. d. Bodenseegegend (Ecl. geol. Helv. Vol. 36 Nr. 2 1943).
52. Schmidle W. : Zur geol. Geschichte d. NW-Bodensees bis zum Maximalstand d. Würmeiszeit (Schr. d. V. f. Gesch. d. Bodensees und s. Umg. Heft 35, 1906).
53. Schmidle W. : Beobachtungen über d. Erdbeben vom 16. Nov. 1911 (Jahresb. und Mitt. d. Oberrh. Geol. Vereins, Bd. II, 1912).
54. Schneider J. : Das st.gall. Rheintal kein Glazialerosionstal (Ecl. geol. Helv. Vol. 19, Nr. 1, 1925).
55. Staub R. : Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie (Denkschr. d. Schweiz Nf. Ges. Bd. LXIX, 1934).
56. Staub R. : Prinzipielles zur Entstehg. d. alpinen Randseen (Ecl. geol. Helv. Vol. 31 Nr. 2, 1938).
57. Steiner J. : Morpholog. Untersuchungen im Entlebuch (Diss.) 1925 .
58. Suter H. : Geologie von Zürich (Führer durch Zürich und Umgebung, III. Zürich 1939).
59. Suter H. : Glazialgeolog. Studien im Gebiete zwischen Limmat, Glatt und Rhein, (Ecl. geol. Helv., Vol. 37, Nr. 1, 1944).
60. Tappelet W. : Die Lokalvergletscherung d. Säntisgebirges (Diss.)
61. van Valkenburg S. : Beiträge zur Frage d. praeglazialen Oberfläche in d. Schweizeralpen (Diss.).
62. Weber A. : Glazialgeologie d. Tösstales und ihre Beziehg. zur Diluvialgeschichte der N-Ostschweiz (Mittlg. d. Nf. Ges. Winterthur Heft 17/18, 1908).

63. Weber A. : Glazialgeologie des Glattales (Ecl. geol. Helv. Vol. 27).
64. Wegelin H. und Gubler E. : Deckenschotter auf der Heid (Mitt. d. Thurg. Naturf. Ges., Heft. 27, 1928).

GEOLOGISCHE KARTEN

- Falkner C. und Ludwig A. : Geologische Karte von St. Gallen und Umgebung. 1:25'000. Zu Lit. 23. 1903/04.
- Geologischer Atlas der Schweiz, Atlasblatt 4 (Flawil, Herisau, Brunnadern, Schwellbrunn). 1:25'000, 1930 (A. Ludwig).
- Geologischer Atlas der Schweiz, Atlasblatt 23 St. Gallen-Appenzell (Teufen, Trogen, Appenzell, Kobelwald). 1:25'000, 1948 (A. Ludwig, F. Saxer, H. Eugster, H. Fröhlicher).
- Gutzwiller A. : Geologische Karte der Schweiz, 1:100'000. Blatt IV, 1883.

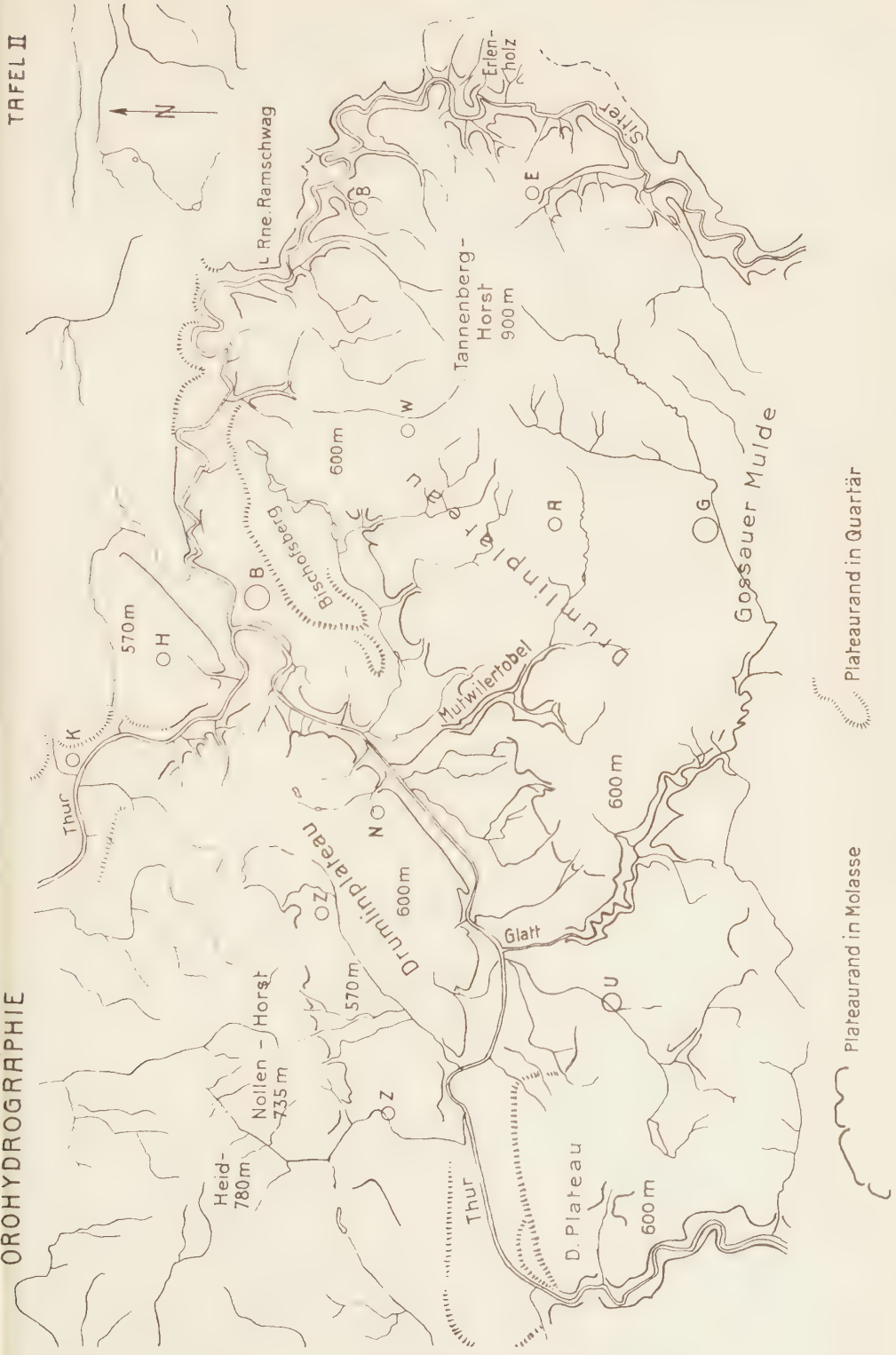
CURRICULUM VITAE

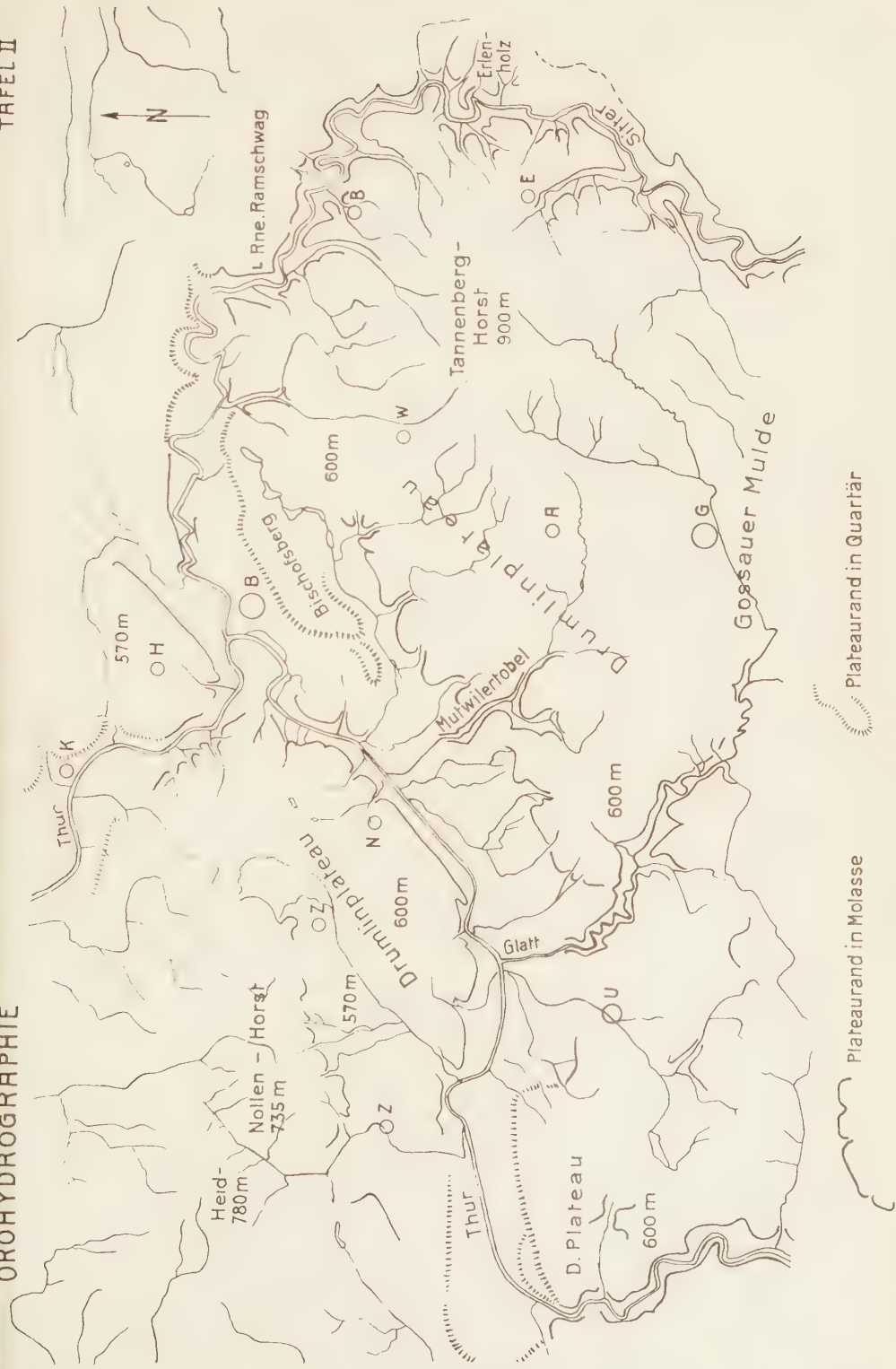
Am 5. Juli 1922 wurde ich in meinem Bürgerort Teufen/App. geboren. Hier besuchte ich die Primar- und Sekundarschule. Nach 4 Seminarjahren in Schiers (Graubünden) bestand ich im Frühjahr 1943 das glarnerische Primarlehrerpatent. Im Sommer 1944 schrieb ich mich in der philosophischen Fakultät II der Universität Zürich ein, wo ich nach 8 Semestern das Diplom fürs höhere Lehramt erwarb.

Während meines Studiums besuchte ich Vorlesungen und Uebungen in Geographie, Geologie, Zoologie, Botanik, Wirtschaftsgeographie und Anthropologie bei den Herren Proff. H.H. Boesch, R. Staub, P. Niggli, A. Jeannet, W. Leupold, A. Gubler, E. Hadorn, H. Steiner, H. Wanner, A.U. Däniker, E. Schmid, O. Schlaginhaufen, E. Mettler, H. Rebsamen und den Herren DDr. K. Suter, H. Carol, J. Lugeon, A. Steinmann, E. Kuhn, W. Guyan und P. Götz.

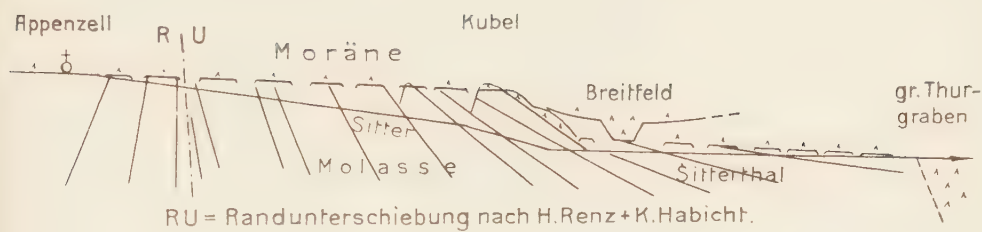






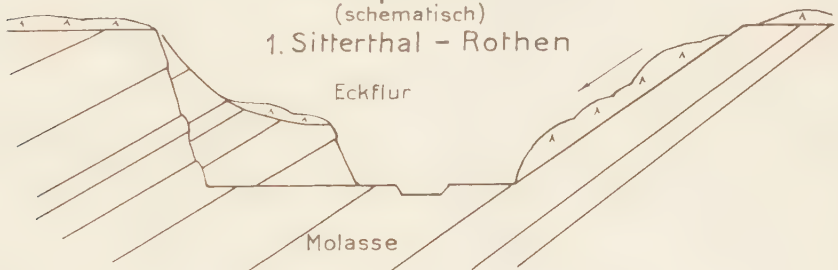




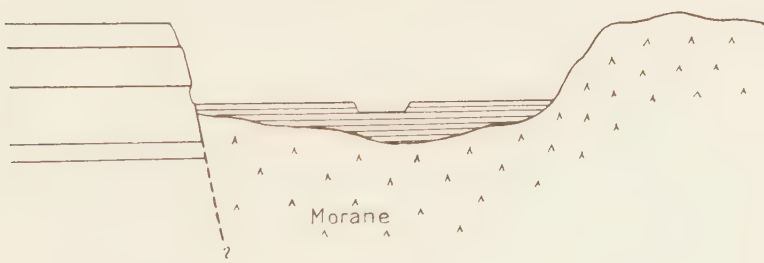


Sitterquerschnitte
(schematisch)

1. Sitterthal - Rothen



2. Rothen - Leutswil

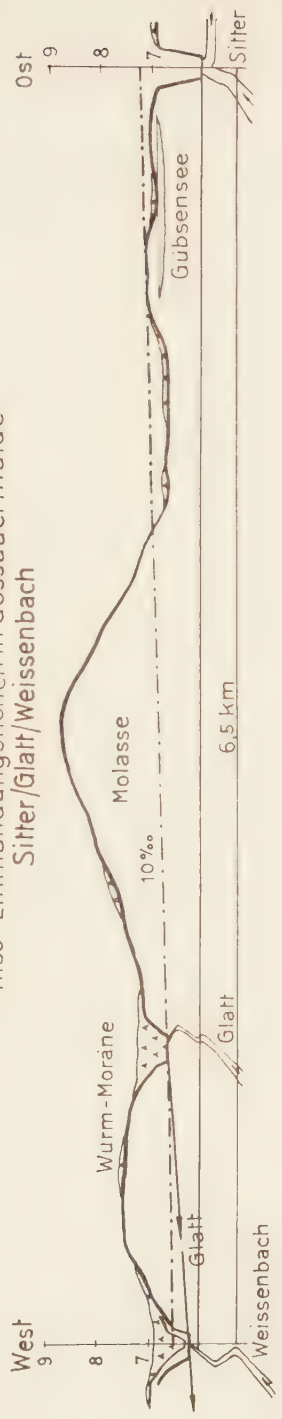


3. Leutswil - Thur





— Riss-Einmündungshöhen in Gossauermulde
Sitter/Glatt/Weissenbach



BLOCKSCHEMA DES KLEINEN THURGRABENS:

